

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-326579

(43)Date of publication of application : 08.12.1998

---

(51)Int.Cl. H01J 29/87  
H01J 9/24  
H01J 31/12

---

(21)Application number : 10-066810 (71)Applicant : CANON INC  
(22)Date of filing : 17.03.1998 (72)Inventor : MITSUTAKE HIDEAKI  
FUSHIMI MASAHIRO

---

(30)Priority

Priority number : 09 78427 Priority date : 28.03.1997 Priority country : JP

---

## (54) IMAGE FORMING DEVICE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image forming device with no uneven brightnessno color slippagehigh visibility and good color reproducibility.

SOLUTION: In an image forming device having a substrate 1011 containing an electron source and a square spacer 1020 arranged between the substrate 1011 and a face plate 1017 having a stripe-shaped fluorescent screen 1018 on which a plurality of phosphors having different luminescent colors are arranged and for forming an image by the irradiation of electrons emitted from the electron source, the square spacer 1020 is fixed onto the substrate 1011 facing the face plate 1017 and the long direction of the spacer 1020 and the long direction of the stripe-shaped fluorescent screen 1018 are crossed.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An electron source.

A spacer of rectangular shape which a fluorescent substance of two or more stripe shape in which the luminescent color differs mutually was arranged and was arranged

between an image formation member which forms a picture by the exposure of an electron emitted from said electron source and a member which counters the image formation member concerned.

It is the image forming device provided with the above and it is fixed by the said image formation member and member side which counters and is contacted at said image formation member side a longitudinal direction of said spacer and a longitudinal direction of a fluorescent substance of said stripe shape cross and a spacer of said rectangular shape is arranged.

[Claim 2] The image forming device according to claim 1 wherein said spacer is being fixed to a position which does not cover an exposure to said image formation member of an electron which is a substrate side with which said electron source has been arranged and is emitted from said electron source including a substrate with which said electron source has been arranged as for a member which counters said image formation member.

[Claim 3] Said electron source is an electron source by which two or more electron emission elements are connected by matrix form with two or more line writing direction wiring and two or more row direction wiring. The image forming device according to claim 1 characterized by fixing said spacer on said line writing direction wiring or said row direction wiring including a substrate with which said electron source has been arranged as for a member which counters said image formation member.

[Claim 4] An image forming device given in any 1 paragraph of claims 1 thru/or 3 wherein said spacer is being fixed to a member which counters said image formation member by welding of a jointing material.

[Claim 5] An image forming device given in any 1 paragraph of claims 1 thru/or 4 wherein said electron source is an electron source which has two or more cold cathode elements.

[Claim 6] The image forming device according to claim 5 wherein said cold cathode element is an element by which a conductive film which has an electron emission part in inter-electrode has been arranged.

[Claim 7] The image forming device according to claim 5 or 6 wherein said cold cathode element is a surface conduction type electron emission element.

[Claim 8] An image forming device given in any 1 paragraph of claims 1 thru/or 7 wherein said spacer is a spacer which has conductivity.

[Claim 9] The image forming device according to claim 8 wherein said spacer has a surface resistance value of the range of 5th power  $\Omega$  / \*\* of 10 – 12th power  $\Omega$  / \*\* of ten.

[Claim 10] Said electron source is an electron source by which two or more electron emission elements are connected with wiring. The image forming device according to claim 8 which a member which counters said image formation member is a substrate

with which said electron source has been arranged and is characterized by being fixed on said wiring and electrically connecting said spacer with said wiring.

[Claim 11]The image forming device according to claim 10 wherein said spacer is being fixed via a film which consists of said wiring and the precious metals.

[Claim 12]The image forming device according to claim 10 wherein said spacer is being fixed to said wiring by welding of a conductive jointing material.

[Claim 13]The image forming device according to claim 10 wherein said spacer is contacted by accelerating electrode which accelerates an electron emitted from said electron source arranged at said image formation member and is electrically connected with said accelerating electrode.

[Claim 14]The image forming device according to claim 13 wherein said spacer is being fixed to said wiring via a film which consists of the precious metals.

[Claim 15]The image forming device according to claim 13 wherein said spacer is being fixed to said wiring by welding of a conductive jointing material.

[Claim 16]An image forming device given in any 1 paragraph of claims 8 thru/or 15 wherein said electron source is an electron source which has two or more cold cathode elements.

[Claim 17]The image forming device according to claim 16 wherein said cold cathode element is an element by which a conductive film which has an electron emission part in inter-electrode has been arranged.

[Claim 18]The image forming device according to claim 16 or 17 wherein said cold cathode element is a surface conduction type electron emission element.

[Claim 19]An electron source.

A spacer of rectangular shape arranged between an image formation member which forms a picture by the exposure of an electron which a fluorescent substance of two or more stripe shape in which the luminescent color differs mutually was arranged and was emitted from said electron source and a member which counters the image formation member concerned.

A process of fixing a spacer of said rectangular shape to the member side by which is a manufacturing method of an image forming device provided with the above and a placed opposite is carried out to said image formation member. It has a process which makes said spacer contact said image formation member side so that a longitudinal direction of said spacer may intersect a longitudinal direction of a fluorescent substance of said stripe shape.

[Claim 20]A process to which a member by which a placed opposite is carried out to said image formation member fixes said spacer including a substrate with which said electron source has been arranged. A manufacturing method of the image forming device according to claim 19 being the process of fixing said spacer to a position which does not cover an exposure to said image formation member of an electron emitted from said electron source by the side of a substrate with which said electron

source has been arranged.

[Claim 21] Said electron source is an electron source by which two or more electron emission elements are connected by matrix form with two or more line writing direction wiring and two or more row direction wiring. A manufacturing method of the image forming device according to claim 19 or 20 wherein a process to which said image formation member and a member by which a placed opposite is carried out fix said spacer including a substrate with which said electron source has been arranged is a process of fixing said spacer on said line writing direction wiring or said row direction wiring.

[Claim 22] A manufacturing method of an image forming device given in any 1 paragraph of claims 19 thru/or 21 fixing said spacer by welding of a jointing material given to the said image formation member and member side by which a placed opposite is carried out in a process of fixing said spacer.

[Claim 23] A manufacturing method of an image forming device given in any 1 paragraph of claims 19 thru/or 22 wherein said electron source is an electron source which has two or more \*\*\*\* elements.

[Claim 24] A manufacturing method of the image forming device according to claim 23 wherein said cold cathode element is an element by which a conductive film which has an electron emission part in inter-electrode has been arranged.

[Claim 25] A manufacturing method of the image forming device according to claim 23 or 24 wherein said cold cathode element is a surface conduction type electron emission element.

[Claim 26] A manufacturing method of an image forming device given in any 1 paragraph of claims 19 thru/or 25 wherein said spacer is a spacer which has conductivity.

[Claim 27] A manufacturing method of the image forming device according to claim 26 wherein said spacer has a surface resistance value of the range of 5th power  $\Omega$  / \*\* of 10 – 12th power  $\Omega$  / \*\* of ten.

[Claim 28] Said electron source is an electron source by which two or more electron emission elements are connected with wiring and said image formation member and a member by which a placed opposite is carried out. A manufacturing method of the image forming device according to claim 26 characterized by a process of fixing said spacer being a process which is made to electrically connect said spacer with said wiring on said wiring and is fixed including a substrate with which said electron source has been arranged.

[Claim 29] A manufacturing method of the image forming device according to claim 28 wherein a process of fixing said spacer is a process which makes said spacer fix to said wiring via a film which consists of the precious metals.

[Claim 30] A manufacturing method of the image forming device according to claim 28 wherein a process of fixing said spacer is a process of fixing said spacer by welding of a conductive jointing material given on said wiring.

[Claim 31]A manufacturing method of the image forming device according to claim 28wherein a process which makes said spacer contact said image formation member side is a process arranged in said spacer at said image formation member of making it electrically connecting with an accelerating electrode which accelerates an electron emitted from said electron sourceand contacting it.

[Claim 32]A manufacturing method of the image forming device according to claim 31wherein a process of fixing said spacer is a process which makes said spacer fix to said wiring via a film which consists of the precious metals.

[Claim 33]A manufacturing method of the image forming device according to claim 31wherein a process of fixing said spacer is a process of fixing said spacer by welding of a conductive jointing material given on said wiring.

[Claim 34]A manufacturing method of an image forming device given in any 1 paragraph of claims 26 thru/or 33wherein said electron source is an electron source which has two or more cold cathode elements.

[Claim 35]A manufacturing method of the image forming device according to claim 34wherein said cold cathode element is an element by which a conductive film which has an electron emission part in inter-electrode has been arranged.

[Claim 36]A manufacturing method of the image forming device according to claim 34 or 35wherein said cold cathode element is a surface conduction type electron emission element.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to an image forming device provided with an electron source and a fluorescent substanceand its manufacturing method.

[0002]

[Description of the Prior Art]A plane type display device has a thin shapeand since it is lightweightit attracts attention as what is placed and replaced with a cathode-ray tube type display. The characteristic superior to the display of the method of everything [ display / especially / that was used combining the electron emission element and the fluorescent substance which emits light by the exposure of an electron beam ] but the former is expected. For exampleeven if it compares with the liquid crystal display which has spread in recent yearsthe point which does not need a back light since it is a spontaneous light typeand the point that an angle of visibility is large are excellent.

[0003]From the formertwo kindsa hot cathode element and a cold cathode elementare known as an electron emission element. Among thesesurface conduction type emission elementsthe field emission type element (it is described as FE type

below)the metal / insulating layer / metal mold emission element (it is described as an MIM type below)etc. are known for the cold cathode elementfor example.

[0004]As surface conduction type emission elementsM. I. ElinsonRadio E-ng. Electron Phys.101290 (1965)and other examples mentioned later are knownfor example.

[0005]Surface conduction type emission elements use the phenomenon which electron emission produces for the thin film of the small area formed on the substrate by sending current in parallel with a film surface. As these surface conduction type emission elementsbesides the thing using SnO<sub>2</sub> thin film by said Elinson (Elinson)What [ is depended on an Au film ][G. Dittmer: "Thin Solid Films" and 9317] (1972)What [ is depended on 2O<sub>3</sub>/of In(s)SnO<sub>2</sub> thin film ][M. Hartwell and C. G. Fonstad:"IEEE Trans. ED Conf."519] (1975)Thing [Araki \*\* by a carbon filmetc.: A vacuumthe 26th volumeNo. 122(1983)]etc. are reported.

[0006]As a typical example of the element composition of these surface conduction type emission elementsthe top view of the element by the above-mentioned M. Hartwell and others is shown in drawing 15. In the figure3001 is a substrate and 3004 is a conductive thin film which consists of a metallic oxide formed by weld slag. The conductive thin film 3004 is formed in the plane shape of zygal like a graphic display. The electron emission part 3005 is formed by performing the energization process called the below-mentioned energization foaming to this conductive thin film 3004. As for the interval L in a figure0.5-1 [mm]and the width W are set as 0.1 [mm]. Although rectangular shape showed the electron emission part 3005 in the center of the conductive thin film 3004 from the facilities of the graphic displaythis is not typical and is not necessarily expressing the position or shape of a actual electron emission part faithfully.

[0007]M. In above-mentioned surface conduction type emission elements including the element by Hartwell and othersbefore performing electron emissionit was common to have formed the electron emission part 3005 by performing the energization process called energization foaming to the conductive thin film 3004. namelydirect current voltage with energization foaming constant to the both ends of said conductive thin film 3004 -- orFor examplethe direct current voltage which carries out pressure up is impressed and energized at the very slow rate about [ 1v ] a part for /and it is destruction or making it change or deteriorate and forming the electron emission part 3005 of a high resistance state electrically locally about the conductive thin film 3004. A crack occurs locally in some of destruction or conductive thin films 3004 which changed or deteriorated. When proper voltage is impressed to the conductive thin film 3004 after this energization foamingelectron emission is performed in near [ said ] a crack.

[0008]moreover -- as an FE type example -- for exampleW. P. Dyke & W. W. DolanField emissionAdvance in Electron Physics8and 89 (1956) -- orC. A. Spindt and "Physical. properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones"J. Appl. Phys.475248 (1976)etc. are known.

[0009]As a typical example of FE type element composition the sectional view of the element by the above-mentioned C.A. Spindt and others is shown in drawing 16. In the figure 3010 is a substrate and as for the emitter wire in which 3011 consists of electrical conducting materials and 3012 an insulating layer and 3014 are gate electrodes an emitter cone and 3013. This element makes field emission cause from the tip part of the emitter cone 3012 by impressing proper voltage between the emitter cone 3012 and the gate electrode 3014. Some which have arranged the emitter gate electrode almost in parallel with a substrate plane are not on a laminated structure like above-mentioned drawing 16 as other FE type element composition but on a substrate.

[0010]As an MIM type example C. A. Mead Operation of tunnel-emission Devices, J. Appl. Phys., 32,646 (1961), etc. are known, for example. The classic example of this MIM type element composition is shown in drawing 17. The figure is a sectional view 3020 is a substrate and it is an upper electrode in which the lower electrode in which 3021 consists of metal and 3022 become from a thin insulating layer about 100 Å thick and 3023 consists of metal about 80–300 Å thick. Electron emission is made to cause from the surface of the upper electrode 3023 in an MIM type by impressing proper voltage between the upper electrode 3023 and the lower electrode 3021.

[0011]Since the above-mentioned cold cathode element can obtain electron emission at low temperature as compared with a hot cathode element it does not need the heater for heating. Therefore structure is simpler than a hot cathode element and a detailed element can be created. Even if it arranges many elements by high density on a substrate it is hard to generate problems such as thermofusion of a substrate. In order that the hot cathode element may operate with heating of a heater unlike a thing with slow speed of response in the case of a cold cathode element there is also an advantage that speed of response is quick. For this reason research for applying a cold cathode element has been done briskly.

[0012]For example since structure is simple and easy also for manufacture also in a cold cathode element especially surface conduction type emission elements have an advantage which covers a large area and can form many elements. Then for example the method for arranging and driving many elements is studied so that it may be indicated in JP64-31332A by an applicant for this patent.

[0013]About application of surface conduction type emission elements image forming devices such as an image display device and an image recorder the source of a charged beam etc. are studied for example.

[0014]As indicated especially as application to an image display device for example in USP5066883 and JP2-257551A by an applicant for this patent or JP4-28137A The image display device used combining surface conduction type emission elements and the fluorescent substance which emits light by the exposure of an electron beam is studied. The characteristic superior to the image display device of the method of everything [ image display device / which was used combining such surface

conduction type emission elements and a fluorescent substance ] but the former is expected. For example even if it compares with the liquid crystal display which has spread in recent years it can be said that the point which does not need a back light since it is a spontaneous light type and the point that an angle of visibility is large are excellent.

[0015] The method of being able to stand in a line and driving much FE types is indicated by USP4904895 by these people for example. The monotonous type display reported by R. Meyer and others is known as an example which applied FE type to the image display device for example. [R. Mayer: "Recent Development on Microtips Display at LETI" and Tech. Digest of 4th Int. Vacuum Micro-electronics. Conf. Nagahama and pp.6-9(1991)] -- the example which put much MIM types in order and was applied to the image display device again is indicated by JP3-55738A by these people for example.

[0016] Drawing 18 is a perspective view showing an example of the display panel part which forms a flat-surface type image display device.

In order to show an internal structure some panels are cut and it is lacked and shown.

[0017] Among a figure a side attachment wall and 3117 are faceplates and as for 3115 a rear plate and 3116 form the envelope (tight container) for maintaining the inside of a display panel to a vacuum with the rear plate 3115 the side attachment wall 3116 and the faceplate 3117.

[0018] Although the substrate 3111 is being fixed to the rear plate 3115 on this substrate 3111  $N \times M$  individual formation of the cold cathode element 3112 is carried out. ( $N$  and  $M$  are two or more positive integers and are suitably set up according to the display pixel number made into the purpose). Matrix wiring of the cold cathode element 3112 of a  $N \times M$  individual is carried out with the line writing direction wiring 3113 of  $M$  book and the row direction wiring 3114 of  $N$  book. The portion constituted with these substrates 3111 the cold cathode element 3112 the line writing direction wiring 3113 and the row direction wiring 3114 is called a multi electron source. The insulating layer (un-illustrating) is formed among both wiring at the portion which the line writing direction wiring 3113 and the row direction wiring 3114 intersect at least. The electric insulation is maintained.

[0019] The fluorescent screen 3118 which consists of fluorescent substances is formed in the undersurface of the faceplate 3117.

The trichromatic fluorescent substance (un-illustrating) of red (R) green (G) and blue (B) \*\* is distinguished by different color with.

The black object (un-illustrating) is established between the fluorescent substances of each color which constitutes the fluorescent screen 3118 and also the metal back 3119 who consists of aluminum (aluminum) etc. is formed in the field by the side of the rear plate 3115 of the fluorescent screen 3118.  $Dx1-DxM$  and  $Dy1-DyN$  and  $Hv$



are the terminals for electrical connection of the airtight structure established in order to electrically connect the display panel concerned and an unillustrated electric circuit. Dx1-DxM have as electrically [ the line writing direction wiring 3113 of a multi electron source and Dy1-DyN ] as the metal back 3119 of a faceplate connected the row direction wiring 3114 of a multi electron source and Hv.

[0020] The inside of the above-mentioned tight container is held at the vacuum about the 6th power of minus [Torr] of 10 and a means to prevent modification or destruction of the rear plate 3115 by the air pressure difference of the inside of a tight container and the exterior and the faceplate 3117 is needed as the display surface product of an image display device becomes large. Not only making the weight of an image display device increase but the method of thickening the rear plate 3115 and the faceplate 3117 produces distortion and azimuth difference of a picture when a display screen is seen from an oblique direction. On the other hand in drawing 18 the structure base material (called a spacer or a rib) 3120 for consisting of a comparatively thin glass plate and supporting atmospheric pressure is formed. Thus it is usually kept at submillimeter one thru/or several millimeters between the substrate 3111 with which the multi electron source was formed and the faceplate 3117 in which the fluorescent screen 3118 was formed and as mentioned above the inside of a tight container is held at the high vacuum.

[0021] If the image display device using the display panel explained above impresses voltage to each cold cathode element 3112 through the container outer edge children Dx1-DxM Dy1 - DyN electrons will be emitted from each cold cathode element 3112. The high voltage of hundreds - a number [KV] is impressed to the metal back 3119 through the container outer edge child Hv simultaneously with it the electron emitted [ above-mentioned ] is accelerated and it is made to collide with the inner surface of the faceplate 3117. The fluorescent substance of each color which makes the fluorescent screen 3118 is excited by this light is emitted and a picture is displayed on a screen.

[0022]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] There were the following problems in the display panel of the image display device explained above.

[0023] Especially In namely the case of a color display device. Although it is necessary to fully align the spacer 3120 arranged between the faceplate 3117 which has the fluorescent screen 3118 with which the fluorescent substance of each color was distinguished the substrate 3111 with which two or more cold cathode elements 3112 were formed the substrate 3111 and the faceplate 3117 and to assemble it The alignment became difficult and there was a possibility of causing the luminosity unevenness of a display screen and the color gap by position gap so that it became a display panel of the large area.

[0024] This invention was made in view of the above-mentioned conventional example and luminosity unevenness and a color gap are reduced and the main purpose

of this invention is clear and there is in providing the image forming device which improved color reproduction nature and its manufacturing method.

[0025] Another purpose of this invention is to provide the manufacturing method of the image forming device which can simplify the alignment of the spacer within this device on the occasion of an assembly of an image forming device.

[0026]

[Means for Solving the Problem] To achieve the above objects, an image forming device of this invention is provided with the following composition. Namely, a fluorescent substance of two or more stripe shape in which the luminescent color differs from an electron source mutually is arranged. It is an image forming device which has a spacer of rectangular shape arranged between an image formation member which forms a picture by the exposure of an electron emitted from said electron source and a member which counters the image formation member concerned. It is fixed by the said image formation member and member side which counters and a spacer of said rectangular shape is contacted at said image formation member side and a longitudinal direction of said spacer and a longitudinal direction of a fluorescent substance of said stripe shape cross and it is arranged.

[0027] A manufacturing method of an image forming device of this invention is provided with the following processes to achieve the above objects. This invention Namely, an electron source. By the exposure of an electron which a fluorescent substance of two or more stripe shape in which the luminescent color differs mutually was arranged and was emitted from said electron source. A manufacturing method of an image forming device which has a spacer of rectangular shape arranged between an image formation member which forms a picture and a member which counters the image formation member concerned is characterized by comprising:

A process of fixing a spacer of said rectangular shape to the member side by which a placed opposite is carried out to said image formation member.

A process which makes said spacer contact said image formation member side so that a longitudinal direction of said spacer may intersect a longitudinal direction of a fluorescent substance of said stripe shape.

[0028] An image forming device concerning this invention is provided with a spacer of rectangular shape arranged between an image formation member by which several fluorescent substances in which the luminescent color differs mutually are arranged by stripe shape and a member which counters this image formation member. Said spacer is fixed by the member side which counters said image formation member and a longitudinal direction of said spacer intersects a longitudinal direction of a fluorescent substance of said stripe shape and is contacted to said image formation member side.

[0029] In a manufacturing method of an image forming device concerning this invention, several fluorescent substances in which the luminescent color differs mutually, a spacer of rectangular shape arranged between an image formation member

arranged by stripe shape and a member which counters this image formation member. Immobilization is made at the member side which counters said image formation member. First, next a longitudinal direction of said spacer is made to intersect a longitudinal direction of a fluorescent substance of said stripe shape and it is contacted to this image formation member side.

[0030]

[Embodiment of the Invention] Although the spacer concerning an embodiment of the invention includes both an insulating spacer and the spacer with which conductivity was given. Here, for example, when some electrons emitted [ 1st ] from near the spacer 3120 hit the spacer 3120 in the image forming device shown in drawing 18. Or electrification may be caused in the spacer 3120 when the ion ionized in the operation of the emission electron adheres to the spacer 3120. When electrification of such a spacer 3120 arises, the electron emitted from the cold cathode element 3112 can bend the orbit and arrives at a different place from a position with a regular fluorescent substance and an about 3120-spacer picture is distorted and it is displayed.

[0031] Since the high tension (namely high electric field of 1kV/mm or more) of not less than hundreds of V is impressed between a multi electron source and the phase plate 3117 in order to accelerate [ 2nd ] the emission electron from the cold cathode element 3112, we are anxious about the surface creepage in the spacer 3120 surface. Discharge may be induced especially when the spacer 3120 is charged as mentioned above.

[0032] Considering it as the spacer with which conductivity was given so that this electrification could be eased on the surface although it has only the insulation which bears the high tension impressed, if the above point is also taken into consideration, since the orbital gap and discharge of an electron beam by electrification of the spacer mentioned above near the spacer can be reduced, in an embodiment of the invention it becomes a more desirable mode.

[0033] Although the electron source concerning an embodiment of the invention includes the electron source which has either a cold cathode element or a hot cathode element, the electron source which has cold cathode elements such as surface conduction type emission elements, FE type and an MIM type is a desirable mode. It divides and the electron source which has surface conduction type emission elements serves as a more desirable mode from the following reasons.

[0034] Since the above-mentioned cold cathode element can obtain electron emission at low temperature as compared with a hot cathode element, it does not need the heater for heating. Therefore, structure is simpler than a hot cathode element and a detailed element can be created. Even if it arranges many elements by high density on a substrate, it is hard to generate problems such as thermofusion of a substrate. In order that the hot cathode element may operate with heating of a heater, unlike a thing with slow speed of response, in the case of a cold cathode element, there is also an advantage that speed of response is quick.

[0035]For examplesince structure is simple and easy also for manufacture also in a cold cathode elementespecially surface conduction type emission elements have an advantage which covers a large area and can form many elements.

[0036]In this inventionit is a desirable mode that immobilization of the spacer to the member which counters an image formation member is performed by adhesion to the member concerned of a spacer. For examplethis adhesion is made using the jointing material fused with heating like frit glass.

[0037]Hereafterwith reference to an accompanying drawingthe suitable embodiment of this invention is described in detail.

[0038]Drawing 1 is a perspective view of the display panel used for this embodimentin order to show an internal structurecuts some panelsand lacks and shows it (it mentions later for details).

[0039]Drawing 2 is a mimetic diagram of the A-A' section of drawing 1and the same number shows the portion which is common in drawing 1.

[0040]In drawing 1 1015a side attachment wall and 1017 are faceplates and a rear plate and 1016 form the envelope (tight container) for maintaining the inside of a display panel to a vacuum with the rear plate 1015the side attachment wall 1016and the faceplate 107. The spacer 1020 for supporting atmospheric pressure is formed in the inside of this tight container. Although the substrate 1011 is being fixed to the rear plate 1015on this substrate 1011NxM individual formation of the cold cathode element 1012 is carried outand it is connected with the line writing direction (direction of X) wiring 1013 of M bookand the column direction (direction of Y) wiring 1014 of N book.

[0041]The fluorescent screen 1018 is formed in the undersurface of the faceplate 1017and the metal back 1019 who consists of aluminum (aluminum) etc. is further formed in the field by the side of the rear plate 1015 of the fluorescent screen 1018.

[0042]Herethe fluorescent screen 1018 has a trichromatic fluorescent substance of red (R) green (G) blue (B)and these each color fluorescent substance is distinguished by different color by stripe shape with along the column direction (the direction of Y) of drawing 1 as shown in drawing 3 (a). The black object 1010 is established between these each color fluorescent substance.

[0043]The high resistance film 11 is formed on the surface of the laminated insulation member 1 as the spacer 1020 is shown in drawing 2The low resistance films 21 and 22 are formed at the lateral portion 5 which touches the contact surface 3 and the contact surface 3 of the spacer 1020 which furthermore faced the inside (metal back 1019 side) of the faceplate 1017and the surface (line writing direction wiring 1013) of the substrate 1011. This laminated spacer 1020 is arranged along the line writing direction (direction of X) wiring 1013 of the electron source substrate 1011and is being fixed on the line writing direction wiring 1013 of the substrate 1011 via the jointing material 1040. By the substrate 1011 sideit is electrically connected with the line writing direction wiring 1013 via the low resistance film 22 and the jointing

material 1040 and the high resistance film 11 is electrically connected with the metal back 1019 by pressure welding via the low resistance film 21 at the faceplate 1017 side.

[0044] Drawing 3 (b) is a figure showing the arrangement relationship of the spacer 1020 and the faceplate 1017. The faceplate 1017 and the spacer 1020 are positioned so that the longitudinal direction (the direction of X) of the spacer 1020 may intersect perpendicularly among a figure to the fluorescent substance and the black object 1010 which are extended in the direction of Y of the faceplate 1017.

[0045] The assembly procedure of the display panel shown in drawing 1 and drawing 2 is explained with reference to drawing 14 (a) – (d) below (process a–d).

(Process a) The rear plate 1015 is equipped with the substrate 1011 with which two or more line writing direction wiring and two or more row direction wiring which connect two or more cold cathode elements as shown by drawing 1 and these elements were formed.

[0046] (Process b) The jointing material 1040 is applied on the line writing direction wiring 1013 of the substrate 1011.

[0047] (Process c) The spacer 1020 with which the high resistance film 11 as shown by drawing 2 and the low resistance films 21 and 22 were formed is fixed to the substrate 1011 via the connecting material 1040.

[0048] (Process d) The faceplate 1017 in which the fluorescent screen 1018 and the metal back 1019 as shown to by the rear plate 1015 the side attachment wall 1016 drawing 1 and drawing 2 were formed is sealed and a tight container is formed.

[0049] The following effects are acquired by the above-mentioned composition and assembly process of a display panel.

[0050] \*\* It is important to carry out alignment of the spacer 1020 and the jointing material 1040 enough to the substrate 1011 in order to control the influence which it has on the orbit of the electron emitted from the nearby cold cathode element 1012. For example when controlling an electron orbit by the electric field formed with the low resistance film 22 of the spacer 1020 if a position gap of the spacer 1020 arises desired electric field distribution will not be acquired but it will become a cause of a gap of an electron orbit.

[0051] According to this embodiment since the spacer 1020 is previously fixed to the substrate 1011 the alignment of the spacer 1020 becomes easy to the electron source substrate 1011. Therefore compared with the case where the spacer 1020 is previously fixed to the faceplate 1017 and the case where the spacer 1020 is simultaneously fixed to both the faceplate 1017 and the rear plate 1015 improvement in the yield and simplification of an alignment mechanism can be attained.

[0052] \*\* When sealing the above-mentioned tight container each color fluorescent substance arranged on the faceplate 1017 and the position of each cold cathode element 1012 arranged on the substrate 1011 must be made to correspond. What is

necessary is according to this embodiment to fully perform registration of the substrate 1011 and the faceplate 1017 only to a line writing direction (the direction of X) since the faceplate which has the fluorescent screen 1018 of stripe shape along a column direction (the direction of Y) was used. Since the spacer 1020 is previously fixed to the substrate 1011 the position to which the spacer 1020 touches the faceplate 1017 can be kept constant to the position which the electron emitted from each cold cathode element 1012 irradiates with the faceplate 1017. That is irrespective of the assembly control at the time of performing the above-mentioned sealing the spacer 1020 does not cover the electron which reached near the faceplate 1017 or it does not have unnecessary influence on an electron orbit.

[0053] Therefore compared with the case where sufficient alignment to procession (XY) both directions is required improvement in the yield and simplification of an alignment mechanism can be attained.

[0054]\*\* The spacer 1020 prolonged in a line writing direction (the direction of X) serves as arrangement which intersects perpendicularly with the black object 1010 of the stripe shape prolonged in a column direction (the direction of Y). That is irrespective of the assembling precision at the time of performing the above-mentioned sealing pressure welding to the faceplate 1017 of the spacer 1020 is performed only to the black object 1010 and the fluorescent substance of each color is not crushed below in the thickness of the black object 1010. Therefore it sees from the faceplate 1017 observation-side and change of the light reflex and dispersion of each color fluorescent substance in the position which the spacer 1020 contacts is hardly produced.

[0055] In the composition of the display panel of this embodiment explained above the following combination about contact (line writing direction wiring 1013) of the spacer 1020 the jointing material 1040 and the substrate 1011 is also included in the thought of this invention.

[0056]\*\* The spacer contact part of the line writing direction wiring 1013 makes concave shape and the jointing material 1040 is applied to this crevice. The low resistance film 22 by the side of the substrate 1011 of the spacer 1020 is formed only in the contact surface 3 side with the line writing direction wiring 1013. It is able to keep the electric field formed with the spacer 1020 and the jointing material 1040 to affect the electron orbit emitted from the cold cathode element 1020 by such composition. Wiring of such concave shape can be formed by repeating two layers of screen-stencil for example.

[0057]\*\* Fix the spacer 1020 using a metallic material soft as the jointing material 1040. The low resistance film 22 by the side of the substrate 1011 of the spacer 1020 is formed only in the contact surface 3 with the line writing direction wiring 1013. Since the jointing material 1040 does not contain a filler applying thinly is easy to such an extent that the electron orbit emitted from the cold cathode element 1012 is not affected. For example indium (In) can be used.

[0058]\*\* One of the more desirable conditions as a material of the low resistance films 21 and 22. In the sealing step by the heating process and frit glass which are contained in the making process of the image display device of this embodiment it is having the characteristic not high-resistance-izing by deterioration of oxidationcondensationetc.or defective continuity not happening by a joined part with the high resistance film 11. As a desirable material a noble metal material especially platinum can be raised from this viewpoint. In this case it is good to form the number [nm] thru/or the under-coating layer of the thickness of tens [nm] which consists of metallic materials such as TiCr and Ta so that the low resistance films 21 and 22 which consist of the precious metals may have sufficient adhesion to the insulation member 1 or the high resistance film 11.

[0059] Next a concrete example is explained in more detail with reference to above-mentioned drawing 1 about the composition and the manufacturing method of a display panel of this embodiment. [ of an image display device ]

[0060] Among a figure 1015a side attachment wall and 1017 are faceplates and a rear plate and 1016 form the tight container for maintaining the inside of a display panel to a vacuum by 1015-1017. In assembling this tight container since the sufficient intensity and airtightness for the joined part of each member were made to hold it needed to seal but frit glass was applied to the joined part for example and sealing was attained by calcinating 10 minutes or more at Centigrade 400 to 500 degrees in the atmosphere or a nitrogen atmosphere. The method of exhausting this inside of a tight container to a vacuum is mentioned later. Since the inside of this tight container is held at the vacuum about the 6th power of minus [torr] of  $10^{-6}$  it is the purpose of preventing destruction of the tight container by atmospheric pressure a sudden shock etc. and the spacer 1020 is formed as an atmospheric pressure-proof structure.

[0061] Although the substrate 1011 is being fixed to the rear plate 1015 on this substrate NxM individual formation of the cold cathode element 1012 is carried out (N and M are two or more positive integers and are suitably set up according to the display pixel number made into the purpose.). For example in the display aiming at the display of a high definition television it is desirable to set up N= 3000 and M= 1000 or more numbers. Passive-matrix wiring of the cold cathode element of said NxM individual is carried out with the line writing direction wiring 1013 of M book and the row direction wiring 1014 of N book. The portion constituted by said 1011-1014 is called a multi electron source.

[0062] If the multi electron source used for the image display device of this embodiment is an electron source which carried out passive-matrix wiring of the cold cathode element there will be no restriction in the material the shape or the process of a cold cathode element. Therefore cold cathode elements such as surface conduction type emission elements FE type or a MIN type can be used for example.

[0063] Next the structure of the multi electron source which arranged surface conduction type emission elements (after-mentioned) on the substrate as a cold

cathode element and carried out passive-matrix wiring is described.

[0064] What is shown in drawing 4 is the top view of a multi electron source used for the display panel of drawing 1. On the substrate 1011 the same surface conduction type emission elements as what is shown by below-mentioned drawing 6 are arranged and these elements are wired in the shape of a passive matrix with the line writing direction wiring electrode 1013 and the column direction wiring electrode 1014. The insulating layer (un-illustrating) is formed in inter-electrode and the electric insulation is maintained at the portion which the line writing direction wiring electrode 1013 and the column direction wiring electrode 1014 intersect.

[0065] The section in alignment with B-B' of drawing 4 is shown in drawing 5.

[0066] Beforehand the multi electron source of such a structure on a substrate The line writing direction wiring electrode 1013 the column direction wiring electrode 1014 an inter-electrode insulating layer (un-illustrating) And after forming the element electrode and conductive thin film of surface conduction type emission elements it manufactured by supplying electric power to each element via the line writing direction wiring electrode 1013 and the column direction wiring electrode 1014 and performing energization foaming processing (after-mentioned) and energization activation (after-mentioned).

[0067] Although it had composition which fixes the substrate 1011 of a multi electron source to the rear plate 1015 of a tight container in this embodiment When the substrate 1011 of a multi electron source is what has sufficient intensity substrate 1011 the very thing of a multi electron source may be used as a rear plate of a tight container.

[0068] The fluorescent screen 1018 is formed in the undersurface of the faceplate 1017. Since this embodiment is a color display device the trichromatic fluorescent substance of red green and blue used in the field of CRT is distinguished by different color by the portion of the fluorescent screen 1018 with. The fluorescent substance of each color is distinguished by different color by stripe shape with as shown for example in drawing 3 (a) and the black object 1010 is established between the fluorescent substances of each color. The purposes of establishing this black object 1010 are to keep a gap from arising in a foreground color even if the irradiation position of an electron beam has a gap of some to prevent reflection of outdoor daylight and to prevent the fall of display contrast etc.

[0069] In an embodiment of the invention the black object 1010 needs to function also as a pressure welding part of the spacer 1020. It has the thickness more than having as the desirable condition-sufficient intensity which bears \*\* atmospheric pressure \*\* fixed and the light reflex characteristic change of the fluorescent screen 1018 by contact of the spacer 1020 does not arise (1 micrometers or more preferably not less than 5 micrometers).

\*\*\*\*\*.

[0070] As a material of this black object 1010 although what uses black lead as the



main ingredients the thing which distributed black lead in glass etc. are mentioned as long as it is suitable for the above-mentioned purpose materials other than this may be used.

[0071] In the field of CRT the publicly known metal back 1019 is formed in the field by the side of the rear plate of the fluorescent screen 1018. In order that the purpose which formed this metal back 1019 may carry out specular reflexion of a part of light which the fluorescent screen 1018 emits and may raise the rate for Mitsutoshit is for making it act as a track of the electron which excited the fluorescent screen 1018 in order to make it act as an electrode for impressing electron beam accelerating voltage in order to protect the fluorescent screen 1018 from the collision of an anion etc. After the metal back 1019 formed the fluorescent screen 1018 on the faceplate board 1017 he did data smoothing of the fluorescent screen surface and formed by the method of carrying out vacuum deposition of the aluminum (aluminum) on it. When the phosphor material for low voltages is used for the fluorescent screen 1018 the metal back 1019 does not use.

[0072] Although not used in this embodiment a transparent electrode made [for example] from ITO for the purpose of the conductive improvement in the object for impression of accelerating voltage or a fluorescent screen between the faceplate board 1017 and the fluorescent screen 1018 may be provided.

[0073] Drawing 2 is a cross section of A-A' of drawing 1 and the number of each part supports drawing 1. The spacer 1020 forms the high resistance film 11 aiming at the prevention from electrification on the surface of the insulation member 1. And it is what becomes the contact surface 3 and the lateral portion 5 of the spacer 1020 facing the inside (metal back 1019 grade) of the faceplate 1017 and the surface (the line writing direction wiring 1013 or row direction wiring 1014) of the substrate 1011 from the member which formed the low resistance films 21 and 22. Only a number required to attain the above-mentioned purpose sets a required interval and is arranged and it is fixed to the surface of the substrate 1011 with the jointing material 1040. The high resistance film 11 is formed in the field exposed into the vacuum in a tight container at least among the surfaces of the insulation member 1 and via the low resistance films 21 and 22 and the jointing material 1040 on the spacer 1020. It is electrically connected to the surface (the line writing direction wiring 1013 or row direction wiring 1014) of the substrate 1011. In the mode explained here the shape of the spacer 1020 presupposes that it is laminated and is arranged in parallel with the line writing direction wiring 1013 and is electrically connected to the line writing direction wiring 1013 via the low resistance film 22.

[0074] It has only the insulation which bears the high tension impressed between the line writing direction wiring 1013 on the substrate 1011 and the row direction wiring 1014 and the metal back 1019 of faceplate 1017 inner surface as the spacer 1020. And it is preferred to have the conductivity of the grade which prevents electrification to the surface of the spacer 1020.

[0075]As the insulation member 1 of the spacer 1020 ceramic members etc. which decreased impurity contentssuch as silica glass and Nafor examplesuch as glasssoda lime glassand aluminaare raised. The insulation member 1 has a preferred thing with the as near coefficient of thermal expansion as the member of a tight container and the substrate 1011.

[0076]The current which  $V_a$  (ed) accelerating voltage  $V_a$  impressed to the faceplate 1017 (metal back 1019 grade) by the side of high potential in the high resistance film 11 of the spacer 1020 with the resistance  $R_s$  of the high resistance film 11 which is an antistatic film is sent. Then the resistance  $R_s$  of the high resistance film 11 of the spacer 1020 is set as the desirable range from a viewpoint of the prevention from electrification and power consumption. As for the viewpoint of the prevention from electrification to the surface resistance  $R$  ( $\Omega$ ) it is preferred that it is below the 12th power ( $\Omega$ ) of 10. In order to acquire sufficient antistatic effect below the 11th power ( $\Omega$ ) of 10 is still more preferred. Although the minimum of this surface resistance is influenced by the shape of the spacer 1020 and the voltage impressed between the spacers 1020 it is preferred that it is more than the 5th power ( $\Omega$ ) of 10.

[0077]Thickness  $t$  of the antistatic film (high resistance film 11) formed on the insulation member 1 has the desirable range of 10 nm – 1 micrometer. Although it changes also with the surface energy of material and adhesion and its temperature with the insulating member 1 generally it is formed in island shape and a thin film of 10 nm or less has unstable resistance and is deficient in it in reproducibility. On the other hand since membrane stress becomes large in 1 micrometers or more the danger of film peeling increases and the thickness  $t$  becomes long in membrane formation time productivity is bad. Therefore as for the thickness of this high resistance film 11 it is desirable that it is 50–500 nm. The surface resistance  $R$  ( $\Omega$ ) is  $\rho/t$  and its 8th power [ $\Omega \text{ cm}$ ] of 0.1 [ $\Omega \text{ cm}$ ] thru/or 10 is [ the specific resistance  $\rho$  of the desirable range of  $R$  ( $\Omega$ ) stated above and the thickness  $t$  to the high resistance film 11 ] preferred. In order to realize the more desirable range of the surface resistance and thickness  $\rho$  is good to consider it as the square of 10 thru/or the 6th power [ $\Omega \text{ cm}$ ] of 10.

[0078]As the spacer 1020 was mentioned above that current flows through the high resistance film formed on the insulation member 1 or when the whole display generates heat working the temperature rises. When temperature rises that it is a negative value with a big temperature coefficient of resistance of an antistatic film (high resistance film 11) resistance decreases the current which flows into the spacer 1020 increases and a rise in heat is brought about further. And current continues increasing until it crosses the limit of a power supply. The value of the temperature coefficient of resistance which a reckless run of such current generates is 1% or more in absolute value in a negative value experientially. That is as for the temperature coefficient of resistance of a high resistance film it is desirable that it is less than [ -

1% ].

[0079] As a material of the high resistance film 11 which has antistatic characteristics a metallic oxide can be used for example. Also in a metallic oxide the oxide of chromium, nickel and copper is a desirable material. It thinks because the reason is not easily charged when the electron in which these oxides had comparatively small secondary-electron-emission efficiency and were emitted from the cold cathode element 1012 hits the spacer 1020. Carbon is a material secondary-electron-emission efficiency is small and is preferred besides a metallic oxide. Since especially amorphous carbon is high resistance it tends to control resistance of the spacer 1020 to a desired value.

[0080] As other materials of the high resistance film 11 which has antistatic characteristics since the nitride of aluminum and a transition metal can control resistance in the range wide from a good conductor to an insulator by adjusting the presentation of a transition metal it is a suitable material. In the making process of the display furthermore mentioned later change of resistance is little stable material. And the temperature coefficient of resistance is less than [ -1% ] and it is the material which is easy to use practical. Ti, Cr, Ta etc. are raised as a transition metal element.

[0081] An alloy nitride film is formed on the insulation member 1 by thin-film-forming means such as weld slag reactive sputtering in the inside of a nitrogen gas atmosphere, electron beam evaporation, ion plating and an ion-assisted-deposition method. Although a metallic oxide film is also producible by the same thin-film-forming method it replaces with nitrogen gas in this case and oxygen gas is used. In addition a metallic oxide film can be formed also by the CVD method and the alkoxide applying method. Hydrogen is made to be contained in the atmosphere under membrane formation or a carbon film uses hydrocarbon gas for forming gas when it is produced with vacuum deposition, a sputtering technique, a CVD method and plasma CVD method and produces especially amorphous carbon.

[0082] Are provided in order that the low resistance films 21 and 22 of the spacer 1020 may electrically connect the high resistance film 11 with the faceplate 1017 (metal back 1019 grade) by the side of high potential and the substrate 1011 (a line or row-direction-wiring 1013-1014 grade) by the side of low voltage and below A name called an intermediate electrode layer (interlayer) is also used. This intermediate electrode layer (interlayer) can have two or more functions to enumerate below.

[0083] \*\* Electrically connect the high resistance film 11 with the faceplate 1017 and the substrate 1011.

[0084] As already indicated the high resistance film 11 is formed in order to prevent electrification in the spacer 1020 surface but. When the high resistance film 11 is connected via the faceplate 1017 (metal back 1019 grade) and substrate 1011 (wiring 1013-1014 grade) director contact material 1041 It may become impossible to remove promptly the electric charge which big contact resistance generated in the terminal area interface and this generated on the spacer 1020 surface. In order to avoid this the

interlayer of low resistance was provided in the contact surface 3 or the lateral portion 5 of the spacer 1020 in contact with the faceplate 1017 the substrate 1011 and the contact material 1040.

[0085]\*\* Equalize the potential distribution of the high resistance film 11.

[0086]The electron emitted from the cold cathode element 1012 constitutes an electron orbit according to the potential distribution formed between the faceplate 1017 and the substrate 1011. In order to keep disorder from arising in an electron orbit near the spacer 1020 it is necessary to cover the whole region and to control the potential distribution of the high resistance film 11. When the high resistance film 11 is connected via the faceplate 1017 (metal back 1019 grade) and substrate 1011 (line writing direction wiring 1013 or row-direction-wiring 1014 grade) director contact material 1040 For the contact resistance of a terminal area interfacethe unevenness of a connected state may occur and the potential distribution of the high resistance film 11 may shift from a desired value. In order to avoid thiswhen the spacer 1020 provided the interlayer of low resistance in the overall-length region of the spacer end (contact surface 3 it is being lateral portion 5) which contacts the faceplate 1017 and the substrate 1011 and impressed desired potential to this interlayer partpotential of the high resistance film 11 whole was made controllable.

[0087]\*\* Control the orbit of the emission electron.

[0088]The electron emitted from the cold cathode element 1012 constitutes an electron orbit according to the potential distribution formed between the faceplate 1017 and the substrate 1011. About the electron emitted from the cold cathode element 1012 near the spacerthe restrictions (change of the position of a line and row direction wiringand a cold cathode element etc.) accompanying installing the spacer 1020 may arise. In such a casein order to form a picture without distortion or unevennessit is necessary to control the orbit of the electron emitted from the cold cathode elementand to irradiate the position of the request on the faceplate 1017 with an electron. By providing the interlayer of low resistance in the lateral portion 5 of the field which contacts the faceplate 1017 and the substrate 1011the desired characteristic can be given to about 1020-spacer potential distributionand the orbit of the emitted electron can be controlled.

[0089]These low resistance films 21 and 22 should just choose the material which has resistance low enough compared with the high resistance film 11Metalsuch as nickelCrMoWTialuminumCuand Pdor an alloyAnd it is suitably chosen from semiconductor materialssuch as a printed conductor which comprises metala metallic oxideglasssuch as PdAgRuO<sub>2</sub>and Pd-Agetc. or a transparence conductor of In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> gradeand polysiliconetc.

[0090]The jointing material 1040 needs to give conductivity so that the spacer 1020 may electrically connect with the line writing direction wiring 1013. That isthe frit glass which added electroconductive glue and metal particles is preferred.

[0091]D<sub>x1</sub>-D<sub>xM</sub>and D<sub>y1</sub>-D<sub>yN</sub> and H<sub>v</sub> are the terminals for electrical connection of

the airtight structure established in order to electrically connect the display panel concerned and an unillustrated electric circuit. Dx1-DxM have as electrically [ the line writing direction wiring 1013 of a multi electron source and Dy1-DyN ] as the metal back 1019 of a faceplate connected the row direction wiring 1014 of a multi electron source and Hv.

[0092] In order to exhaust the inside of a tight container to a vacuum after assembling a tight container unillustrated an exhaust pipe and a vacuum pump are connected and the inside of a tight container is exhausted to the degree of vacuum about the 7th power of minus [torr] of ten. Then although an exhaust pipe is closed in order to maintain the degree of vacuum in a tight container a getter film (un-illustrating) is formed in the position in a tight container just before closure or after closure. A getter film is a film which heated the getter material which uses Ba as the main ingredients for example by a heater or high frequency induction heating vapor-deposited it and formed it and the inside of a tight container is maintained by the degree of vacuum of the 5th power of  $1 \times 10$  minus or the 7th power of  $1 \times 10$  minus [torr] by the adsorbing action of this getter film.

[0093] If the image display device using the display panel explained above impresses voltage to each cold cathode element 1012 through the container outer edge children Dx1 thru/or DxM Dy1 or DyN electrons will be emitted from each cold cathode element 1012. The high voltage of hundreds [V] thru/or a number [kV] is impressed to the metal back 1019 for a container outer edge child through Hv simultaneously with it the electron emitted [ above-mentioned ] is accelerated and it is made to collide with the inner surface of the faceplate 1017. The fluorescent substance of each color which makes the fluorescent screen 1018 is excited by this light is emitted and a picture is displayed.

[0094] The impressed electromotive force to the surface conduction type emission elements 1012 of the embodiment of the invention which is a cold cathode element Usually  $12 - 16$  [V] grade The voltage between  $0.1$  [mm] to  $8$  [mm] grade the metal back 1019 and the cold cathode element 1012 of the distance d of the metal back 1019 and the cold cathode element 1012 is  $0.1$  [KV] to  $10$  [KV] grade.

[0095] In the above the basic constitution of the display panel of an embodiment of the invention the process and the outline of the image display device were explained.

[0096] The manufacturing method of a multi electron source used for the <manufacturing method of a multi electron source> next the above-mentioned display panel is explained. If the multi electron source used for the image display device of this embodiment is an electron source which carried out passive-matrix wiring of the cold cathode element there will be no restriction in the material the shape or the process of a cold cathode element. Therefore cold cathode elements such as surface conduction type emission elements FE type or an MIM type can be used for example.

[0097] However especially under the situation where a display large a display screen and cheap moreover is called for surface conduction type emission elements are

preferred also in these cold cathode elements. That is in FE type in order that the relative positions and shape of an emitter cone and a gate electrode may influence an electron emission characteristic greatly. Very highly precise production technology is needed but this becomes a disadvantageous factor in order to attain large-area-izing and reduction of a manufacturing cost. In an MIM type although it is necessary to make thickness of an insulating layer and an upper electrode for it to be thin and uniform more over in order for this to also attain large-area-izing and reduction of a manufacturing cost it becomes a disadvantageous factor. In that respect since the manufacturing method of surface conduction type emission elements is comparatively simple large-area-izing and reduction of a manufacturing cost are possible for them. Invention-in-this-application persons have found out that what formed an electron emission part or its periphery from particle membranes divides and it excels in an electron emission characteristic and can moreover manufacture easily also in surface conduction type emission elements. Therefore it is the most suitable to use for the multi electron source of the image display device of a big screen with high-intensity. Then in the display panel of the above-mentioned embodiment the surface conduction type emission elements which formed an electron emission part or its periphery from particle membranes were used. Then the fundamental composition and process and the characteristic are first explained about suitable surface conduction type emission elements and the structure of the multi electron source which carried out passive-matrix wiring of many elements after that is explained.

[0098] (Suitable element composition and a process of surface conduction type emission elements) Two kinds a flat-surface type and a vertical type are raised to the typical composition of the surface conduction type emission elements which form an electron emission part or its periphery from particle membranes.

[0099] (Flat-surface type surface conduction type emission elements) Flat-surface type the element composition and the process of surface conduction type emission elements are explained first.

[0100] It is the top view (a) and sectional view (b) for explaining the composition of flat-surface type surface conduction type emission elements which are shown in drawing 6.

[0101] The electron emission part in which 1104 formed a substrate and 1102 and 1103 in with the element electrode and was formed in with the conductive thin film and 1101 formed 1105 by energization foaming processing and 1113 are the thin films formed by energization activation among a figure.

[0102] As the substrate 1101 various glass substrates including silica glass or blue plate glass the substrate which laminated the insulating layer made from SiO<sub>2</sub> for example on various ceramics boards including alumina or an above-mentioned various base etc. can be used for example. The element electrodes 1102 and 1103 which countered a substrate face and parallel and were provided on the substrate 1101 are formed with the material which has conductivity. For example the alloy of metal

including nickelCrAuMoWPtTiCuPdAgetc.or these metal or In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – What is necessary is to choose material and just to use it suitably out of semiconductorssuch as metallic oxides including SnO<sub>2</sub>and polysiliconetc. In order to form these electrodes 1102–1103if it usesfor example combining film production artsuch as vacuum depositionand patterning artsuch as a photolithography and etchingit can form easilybut even if it forms using the other method (for exampleprinting technique)it does not interfere.

[0103]The shape of the element electrodes 1102 and 1103 is suitably designed according to the purpose of applying this electron emission element.

Generallyalthough the electrode spacing L usually chooses a numerical value suitable from the range of hundreds of micrometers from hundreds of Å and is designedthe range of 10 micrometers of numbers is more preferred than several micrometers in order to apply to a display especially. About thickness [ of an element electrode ] da suitable numerical value is usually chosen from the range of several micrometers from hundreds of Å.

[0104]Particle membranes are used for the portion of the conductive thin film 1104. The particle membranes described here put the thing of the film (the aggregate of island shape is also included) which contained many particles as a component. the structure where each particle would estrange and will usually have been arranged if these particle membranes were investigated microscopically -- or the structure which particles adjoined mutually -- or the structure which particles overlapped mutually is observed. Although the particle diameter of the particles used for these particle membranes is contained in the range of thousands of [ several to ] Åthe thing of the range of 10 to 200 Å is especially preferred. The thickness of particle membranes is suitably set up in consideration of terms and conditions which are described below. That isthey are conditions required in order to make it the proper value which mentions later the electrical resistance of particle membranes itself [ conditions required to electrically connect with the element electrode 1102 or 1103 goodconditions required to perform energization foaming mentioned later goodand ] etc. Although set up in the range of thousands of [ several to ] Åspecificallyit is especially desirable for 10 to 500 Å.

[0105]As a material by which it is used for forming particle membranes and in which it dealsFor examplemetal including PdPtRuAgAuTiInCuCrFeZnSnTaWPbetc.Oxides including PdOSnO<sub>2</sub>In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>PbOSb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>etc.Borides including HfB<sub>2</sub>ZrB<sub>2</sub>LaB<sub>6</sub>CeB<sub>6</sub>YB<sub>4</sub>Gd<sub>2</sub>B<sub>4</sub>etc.Semiconductors including nitrides including carbide including TiCZrCHfCTaCSiCWetc.TiNZrNHfNetc.Sigermaniumetc.carbonetc. are raisedand it is suitably chosen from these.

[0106]Although the conductive thin film 1104 was formed by particle membranesabout the sheet resistance valuesit set up to have stated above so that it might be contained in the range of the 7th power [ $\omega/\text{**}$ ] of 10 from the cube of 10.

[0107]Since electrically being connected good is desirable as for the conductive thin film 1104 and the element electrodes 1102 and 1103the structure where mutual parts

overlap has been taken. In the example of drawing 6 although the method of the lap was laminated from the bottom in order of the substrate 1101 the element electrode 1102–1103 and the conductive thin film 1104 even if it laminates in order of substrate conductive thin film and element electrode \*\* from the bottom depending on the case it does not interfere.

[0108] The electron emission part 1105 is a portion of the letter of a crack formed in some conductive thin films 1104 and has high resistance character rather than the surrounding conductive thin film electrically. This crack is formed by processing energization foaming mentioned later to the conductive thin film 1104. In this crack a particle with a particle diameter of hundreds of [several to ] Å may be arranged. Since it was difficult to illustrate the position and shape of a actual electron emission part precisely and correctly was typically shown in drawing 6.

[0109] The thin film 1113 is a thin film which consists of carbon or carbon compounds and has covered the electron emission part 1105 and its neighborhood. The thin film 1113 is formed by processing the energization activation mentioned later after energization foaming processing.

[0110] the thin film 1113 -- amorphous single crystal graphite polycrystal graphite or carbon -- or although it is the mixture and thickness takes below 500 [Å] it is still more preferred that it takes below 300 [Å].

[0111] Since it was difficult to illustrate the position and shape of the actual thin film 1113 precisely was typically shown in drawing 6. In the top view (a) the element which removed some thin films 1113 was illustrated.

[0112] As mentioned above although the basic constitution of the desirable element was described the following elements were used in the embodiment.

[0113] That is Ni membrane was used for the element electrodes 1102 and 1103 at the substrate 1101 using blue plate glass. Thickness  $d$  of the element electrode set to 1000 [Å] and the electrode spacing  $L$  was set to 2 [μm].

[0114] Using Pd or PdO as a main material of particle membranes thickness of particle membranes was set to about 100 [Å] and width  $W$  was set to 100 [μm].

[0115] Next the manufacturing method of suitable flat-surface type surface conduction type emission elements is explained. Drawing 7 (a) – (d) is a sectional view for explaining the manufacturing process of surface conduction type emission elements and the notation of each member of it is the same as that of said drawing 6.

[0116] (1) First as shown in drawing 7 (a) form the element electrodes 1102 and 1103 on the substrate 1101. If in charge of forming this element electrode 1102–1103 after fully washing the substrate 1101 using a detergent pure water and an organic solvent beforehand the material of an element electrode is made to deposit. As a method of depositing this material \*\*\*\*\* is good in vacuum-film-formation arts such as vacuum deposition and a sputtering technique for example. Then the deposited electrode material is patterned using photolithography etching technology and the element electrode (1102 and 1103) of the couple shown in drawing 7 (a) is formed.



[0117](2) Nextas shown in the figure (b) form the conductive thin film 1104.

[0118] After in forming this conductive thin film applying an organometallic solution to the substrate of drawing 7 (a) first drying carrying out heating baking treatment and forming particle membranes it patterns after predetermined shape by photo lithography etching. Herean organometallic solution is a solution of the organic metallic compound which uses as main elements material of particles used for a conductive thin film. Specifically by this embodiment Pd was used as a main element. Although the dipping method was used as a coating method in the embodiment it is other for example the spinner method and a spray method may be used.

[0119] As a method for film deposition of the conductive thin film made from particle membranes vacuum deposition methods and sputtering techniques other than the method by spreading of the organometallic solution used by this embodiment or modified chemical vapor deposition may be used.

[0120](3) Nextas shown in the figure (c) impress proper voltage among the element electrodes 1102 and 1103 from the power supply 1110 for foaming perform energization foaming processing and form the electron emission part 1105. This energization foaming processing is processing changed to a suitable structure to energize to the conductive thin film 1104 (the figure (b)) made from particle membranes make that part break change or deteriorate suitably and perform electron emission. The suitable crack for a thin film is formed in the portion (namely electron emission part 1105) which changed to a suitable structure to perform electron emission among the conductive thin films made from particle membranes. After being formed [ before this electron emission part 1105 is formed ] the electrical resistance measured among the element electrodes 1102 and 1103 increases substantially.

[0121] In order to explain the energizing method at the time of this foaming in more detail an example of the proper voltage waveform impressed from the power supply 1110 for foaming is shown in drawing 8.

[0122] When forming the conductive thin film made from particle membranes pulse form voltage was preferred and when it was this embodiment as shown in the figure the chopping-sea pulse of the pulse width T1 was continuously impressed with the pulse interval T2. On that occasion pressure up of the peak value Vpf of a chopping-sea pulse was carried out one by one. Monitor pulse Pm for monitoring the formation state of the electron emission part 1105 was inserted between chopping-sea pulses at the proper interval and the current which flows in that case was measured with the ammeter 1111.

[0123] In this embodiment for example under the vacuum atmosphere about the 5th power of minus [torr] of 10 pulse width T1 was set to 1 [a ms] the pulse interval T2 was set to 10 [a ms] and pressure up of 0.1 every [V] of the peak value Vpf was carried out for every pulse. And whenever it carried out 5 pulse applying of the chopping sea monitor pulse Pm was inserted at 1 time of the rate. The voltage Vpm of the monitor pulse was set as 0.1 [V] s not have an adverse effect on foaming

processing here. And the energization in connection with foaming processing was ended in the stage from which the electrical resistance between the element electrodes 1102 and 1103 became the 6th power [ohm] of  $1 \times 10^i$ . i.e. the stage from which the current measured with the ammeter 1111 at the time of monitor pulse impression became the 7th power of below minus [A] of  $1 \times 10$ .

[0124] It is a desirable method related with the surface conduction type emission elements of this embodiment for example as for the above-mentioned method when the design of surface conduction type emission elements such as material thickness or the element electrode interval L of particle membranes is changed it is desirable to change the conditions of energization suitably according to it.

[0125] (4) Next as shown in drawing 7 (d) impress proper voltage among the element electrodes 1102 and 1103 from the power supply 1112 for activation perform energization activation and improve an electron emission characteristic. This energization activation is processing which energizes on proper conditions to the electron emission part 1105 (the figure (c)) formed by said energization foaming processing and makes carbon or carbon compounds deposit on that neighborhood. (In drawing 7 (d) and (e) the sediment which consists of carbon or carbon compounds was typically shown as the member 1113.) In addition the emission current in the same impressed electromotive force can be made to increase to 100 or more times typically [ before carrying out ] by performing energization activation.

[0126] Carbon or carbon compounds which makes the origin the organic compound which exists in a vacuum atmosphere is made to specifically deposit by impressing a voltage pulse periodically in the minus square of 10 thru/or the vacuum atmosphere within the limits of the 5th power of minus [torr] of 10. the sediment 1113 -- amorphous single crystal graphite polycrystal graphite or carbon -- or it is the mixture and thickness is below 300 [angstrom] more preferably below 500 [angstrom].

[0127] In order to explain the energizing method in this energization activation in more detail an example of the proper voltage waveform impressed from the power supply 1112 for activation is shown in drawing 9 (a). In this embodiment although the square wave of fixed voltage was impressed periodically and energization activation was performed 14 [V] set voltage  $V_{ac}$  of the square wave to 10 [a ms] and specifically pulse width T3 carried out 1 [a ms] and the pulse interval T4. They are desirable conditions about the surface conduction type emission elements of this embodiment and as for above-mentioned energizing conditions when the design of surface conduction type emission elements is changed it is desirable to change conditions suitably according to it.

[0128] 1114 shown in drawing 7 (d) is an anode electrode for catching the emission current  $I_e$  emitted from these surface conduction type emission elements and DC high voltage power 1115 and the ammeter 1116 are connected. After incorporating the substrate 1101 into the display panel 1 in performing activation it uses the phosphor screen of the display panel 1 as the anode electrode 1114. And while impressing

voltage from the power supply 1112 for activation the emission current  $I_e$  is measured with the ammeter 1116 the advancing state of energization activation is monitored and operation of the power supply 1112 for activation is controlled. An example of the emission current  $I_e$  measured with the ammeter 1116 is shown in drawing 9 (b).

[0129] In this way if it begins to impress pulse voltage from the activation power supply 1112 the emission current  $I_e$  will increase with the passage of time but it will be saturated soon and will hardly increase. Thus when the emission current  $I_e$  is saturated mostly the voltage impressing from the power supply 1112 for activation is suspended and energization activation is ended.

[0130] They are desirable conditions about the surface conduction type emission elements of this embodiment and as for above-mentioned energizing conditions when the design of surface conduction type emission elements is changed it is desirable to change conditions suitably according to it.

[0131] The flat-surface type surface conduction type emission elements shown in drawing 7 (e) as mentioned above were manufactured.

[0132] Another typical composition of the surface conduction type emission elements which formed (the surface conduction type emission elements of a vertical type) next an electron emission part or its circumference from particle membranes i.e. the composition of the surface conduction type emission elements of a vertical type is explained.

[0133] Drawing 10 is a typical sectional view for explaining the basic constitution of a vertical type.

[0134] In a figure the conductive thin film in which a substrate and 1202 and 1203 used the element electrode 1206 used the level difference formation member and as for 1204 1201 used particle membranes the electron emission part which formed 1205 by energization foaming processing and 1213 are the thin films formed by energization activation.

[0135] One of the two (1202) of the element electrodes is provided on the level difference formation member 1206 and the point that the surface conduction type emission elements of this vertical type differ from the flat-surface type electron emission element explained previously is one of the points that the conductive thin film 1204 has covered the side of the level difference formation member 1206. Therefore the element electrode interval  $L$  in the flat-surface type element of drawing 6 is set up as the level difference quantity  $L_s$  of the level difference formation member 1206 in a vertical type. It is possible to attach without the substrate 1201 the element electrodes 1202 and 1203 and the conductive thin film 1204 using particle membranes and to use similarly the material enumerated during said flat-surface type explanation. Material of insulation electrically like  $\text{SiO}_2$  is used for the level difference formation member 1206 for example.

[0136] Next the process of the surface conduction type emission elements of a vertical type is explained. Drawing 11 (a) - (f) is a sectional view for explaining a

manufacturing process and the notation of each member of it is the same as that of above-mentioned drawing 10.

[0137](1) First as shown in drawing 11 (a) form the element electrode 1203 on the substrate 1201.

[0138](2) Next as shown in the figure (b) laminate the insulating layer for forming a level difference formation member. Although the insulating layer should just laminate SiO<sub>2</sub> by a sputtering technique for example, other methods for film deposition such as a vacuum deposition method and print processes may be used for it for example.

[0139](3) Next as shown in the figure (c) form the element electrode 1202 on the insulating layer 1206.

[0140](4) Next as shown in the figure (d) remove a part of insulating layer 1206 (the figure (c)) for example using an etching method and expose the element electrode 1203.

[0141](5) Next as shown in the figure (e) form the conductive thin film 1204 using particle membranes. What is necessary is just to use membrane formation arts such as the applying method as well as [ for example ] a said flat-surface type case in order to form.

[0142](6) Next as well as an above-mentioned flat-surface type case perform energization foaming processing and form an electron emission part (what is necessary is just to perform flat-surface type energization foaming processing in which it explained using drawing 7 (c) and same processing).

[0143](7) Next perform energization activation and make carbon or carbon compounds deposit near the electron emission part as well as a said flat-surface type case (what is necessary is just to perform flat-surface type energization activation explained using drawing 7 (d) and same processing).

[0144] The surface conduction type emission elements of the vertical type shown in drawing 11 (f) as mentioned above were manufactured.

[0145] (Characteristic of surface conduction type emission elements of having used for the display) Although the element composition and process were explained above about the surface conduction type emission elements of a flat-surface type and a vertical type, the characteristic of an element of next having used for the display is described.

[0146] Drawing 12 shows the typical example of the opposite (emission current  $I_e$ ) (element impressed electromotive force  $V_f$ ) characteristic and (element current  $I_f$ ) the opposite (element impressed electromotive force  $V_f$ ) characteristic of the element used for the display of this embodiment. Since the emission current  $I_e$  was remarkably small compared with the element current  $I_f$  and it was difficult to illustrate with the same measure and also these characteristics were what changes by changing design parameters such as a size of an element and shape, two graphs were respectively illustrated in arbitrary units.

[0147] The surface conduction type emission elements used for this display have the three characteristics described below about the emission current  $I_e$ .

[0148] If the voltage of the size more than a certain voltage (this is called the threshold voltage  $V_{th}$ ) is impressed to an element the emission current  $I_e$  will increase to the 1st rapidly but on the other hand on the voltage of less than the threshold voltage  $V_{th}$  the emission current  $I_e$  is hardly detected. That is it is the nonlinear element which had the clear threshold voltage  $V_{th}$  about the emission current  $I_e$ .

[0149] Since the emission current  $I_e$  changes depending on the voltage  $V_f$  impressed to an element it can control [ 2nd ] the size of the emission current  $I_e$  by the voltage  $V_f$ .

[0150] Since the speed of response of the current  $I_e$  emitted [ 3rd ] from an element to the voltage  $V_f$  impressed to surface conduction type emission elements is quick the amount of electronic charge emitted from an element is controllable by the length of time to impress the voltage  $V_f$ .

[0151] Since it had the above characteristics surface conduction type emission elements were able to be used conveniently for a display. For example in the display which provided many elements corresponding to the pixel of a display screen if the 1st characteristic is used it is possible to display by scanning a display screen sequentially. That is according to desired light emitting luminance the voltage more than the threshold voltage  $V_{th}$  is suitably impressed to the element under drive and the voltage of less than the threshold voltage  $V_{th}$  is impressed to the element of a non selection state. And by changing the element to drive one by one it is possible to display by scanning a display screen sequentially.

[0152] Since light emitting luminance is controllable by using the 2nd characteristic or the 3rd characteristic it is possible to perform a gradation display.

[0153] Drawing 13 shows the outline composition of the drive circuit for performing a television display based on the TV signal of NTSC system with a block diagram.

Among the figure the display panel 1701 is equivalent to the display panel mentioned above and as mentioned above it is manufactured and it operates. The scanning circuit 1702 scans a display line and the control circuit 1703 generates the signal etc. which are inputted into a scanning circuit. The shift register 1704 shifts the data in every line and the line memory 1705 inputs the data for one line from the shift register 1704 into the modulating-signal generator 1707. The synchronizing signal separate circuit 1706 separates a synchronized signal from an NTSC signal.

[0154] Hereafter the function of each part of a device of drawing 13 is explained in detail.

[0155] The display panel 1701 is first connected with the external electric circuit via the terminals  $Dx_1$  thru/or  $Dx_M$  the terminals  $Dy_1$  thru/or  $Dy_N$  and the secondary terminal  $H_v$ . among these the multi electron source established in the display panel 1701 at the terminals  $Dx_1$  thru/or  $Dx_M$  i.e. the cold cathode element by which matrix wiring was carried out at the matrix form of the M line N sequence -- every [ one line (n element) ] -- the scanning signal for driving one by one is impressed. On the other hand the modulating signal for controlling the emission-electron beam from each n

element selected with said scanning signal for one line is impressed to the terminals Dy1 thru/or DyN. Although the direct current voltage of 5 [kV] is supplied to the secondary terminal Hv from the direct current voltage supply Va for example this is the accelerating voltage for giving sufficient energy to excite a fluorescent substance to the electron beam outputted from a multi electron source.

[0156] Next the scanning circuit 1702 is explained. The circuit equips an inside with M switching elements (typically shown by S1 thru/or SM among the figure) and each switching element. The output voltage of the direct current voltage supply Vx or either of 0 [V]s (ground level) is chosen and it electrically connects with the terminals Dx1 thru/or DxM of the display panel 1701. Although each switching element of S1 thru/or SM operates based on the control signal TSCAN which the control circuit 1703 outputs it can be easily constituted by combining an actual for example switching element like FET. Said direct current voltage supply Vx are set up output fixed voltage so that the driver voltage impressed to the element which is not scanned based on the characteristic of the cold cathode element illustrated to drawing 12 may become below in electron emission threshold voltage Vth voltage.

[0157] The control circuit 1703 has the work in which operation of each part is adjusted so that a suitable display may be performed based on the picture signal inputted from the exterior. Based on the synchronized signal TSYNC sent from the synchronizing signal separate circuit 1706 explained below each control signal of TSCAN, TSFT and TMRY is generated to each part. The synchronizing signal separate circuit 1706 is a circuit for separating a synchronized signal ingredient and a luminance signal component and if a frequency separation (filter) circuit is used as known well it can consist of easily TV signals of the NTSC system inputted from the outside. The Vertical Synchronizing signal and the Horizontal Synchronizing signal were comprised so that it might be known well but the synchronized signal separated by the synchronizing signal separate circuit 1706 was illustrated as a TSYNC signal after [ expedient ] explaining here. On the other hand the signal is inputted into the shift register 1704 although the luminance signal component of the picture separated from said TV signal is expressed as a DATA signal for convenience.

[0158] The shift register 1704 is a thing for carrying out serial/parallel conversion of said DATA signal inputted serially for every line of a picture and operates based on the control signal TSFT sent from said control circuit 1703. That is it can also be put in another way as it being a shift clock of the control signal TSFT shift register 1704. The data for the picture of one line by which serial/parallel conversion was carried out (it is equivalent to an electron emission element n matter henchman's drive data) is outputted from the shift register 1704 as N signals of ID1 thru/or IDN.

[0159] The line memory 1705 is memory storage for between required time to memorize the data for the picture of one line and memorizes the contents of ID1 thru/or IDN suitably according to the control signal TMRY sent from the control circuit 1703. The memorized contents are outputted as I'D1 thru/or I'DN and are

inputted into the modulating-signal generator 1707.

[0160]The modulating-signal generator 1707 is a signal source for carrying out the drive abnormal conditions of each of a cold cathode element appropriately according to each of said image data I'D1 thru/or I'DN and the output signal is impressed to the cold cathode element in the display panel 1701 through the terminals Dy1 thru/or DyN.

[0161]As explained using drawing 12 the surface conduction type emission elements concerning this embodiment have the following basic characteristics to the emission current  $I_e$ . That is there is the clear threshold voltage  $V_{th}$  (the surface conduction type emission elements of an embodiment mentioned later 8 [V]s) in electron emission and only when the voltage beyond the threshold  $V_{th}$  is impressed electron emission arises. To the voltage beyond the electron emission threshold  $V_{th}$  the emission current  $I_e$  also changes like the graph of drawing 12 according to the change of potential. When impressing pulse form voltage to this element even if it impresses the voltage below the electron emission threshold  $V_{th}$  for example electron emission is not produced from this but when impressing the voltage beyond the electron emission threshold  $V_{th}$  an electron beam is outputted from surface conduction type emission elements. In that case it is possible by changing the peak value  $V_m$  of a pulse to control the intensity of an output electron beam. It is possible to control the total amount of the electric charge of the electron beam outputted by changing the width  $P_w$  of a pulse.

[0162]Therefore according to an input signal a voltage modulation method pulse width modulation etc. are employable as a method which modulates a cold cathode element. It faces carrying out a voltage modulation method and the circuit of a voltage modulation method which generates the voltage pulse of fixed length and modulates the peak value of a pulse suitably according to the data inputted can be used as the modulating-signal generator 1707. It faces carrying out pulse width modulation and the circuit of pulse width modulation which generates the voltage pulse of fixed peak value and modulates the width of a voltage pulse suitably according to the data inputted can be used as the modulating-signal generator 1707.

[0163]The thing of a digital signal type or the thing of an analog signal type can also be used for the shift register 1704 or the line memory 1705. That is it is because serial/parallel conversion and memory of a picture signal should just be performed at the rate of predetermined.

[0164]What is necessary is to digital-signal-ize output signal DATA of the synchronizing signal separate circuit 1706 to use a digital signal type but just to form an A/D converter in this at the outputting part of the synchronizing signal separate circuit 1706. The circuit where the output signal of the line memory 1705 is used for a modulating-signal generator by the digital signal or an analog signal about this serves as a little different thing. That is in the case of the voltage modulation method using a digital signal an amplifying circuit etc. are added to the modulating-signal generator

1707 if needed for example using a D/A conversion circuit. The comparator which compares with the output value of said memory the output value of a calculating machine (counter) and a calculating machine which calculates the wave number which a high-speed oscillator and an oscillator output to the modulating-signal generator 1707 for example in the case of pulse width modulation (the circuit which combined the comparator 9 is used.) The amplifier for amplifying the voltage of the modulating signal which a comparator outputs and by which Pulse Density Modulation was carried out even to the driver voltage of an electron emission element if needed can also be given.

[0165] In the case of the voltage modulation method using an analog signal the amplifying circuit which used the operational amplifier etc. for example can be adopted as the modulating-signal generator 1707 and a shift level circuit etc. can also be added to it if needed. In the case of pulse width modulation a voltage-controlled dispatch circuit (VCO) can be adopted and the amplifier for amplifying the voltage to the driver voltage of a cold cathode element if needed can also be added to it for example.

[0166] In the image display device of this embodiment which can take such composition electron emission arises by impressing voltage to each cold cathode element via the container outer edge children  $Dx1$  thru/or  $DxM$   $Dy1$  or  $DyN$ . High voltage is impressed to the metal back 1019 or a transparent electrode (un-illustrating) via the secondary terminal  $Hv$  and an electron beam is accelerated. The accelerated electron collides with the fluorescent screen 1018 luminescence produces it and a picture is formed.

[0167] The composition of the image display device described here is an example of the image forming device which can apply this invention and various modification is possible for it based on the thought of this invention. Although NTSC system was held about the input signal an input signal is not restricted to this and can also adopt the television signal (high-definition TVs including MUSE) method which consists of many scanning lines from these besides PAL and SECAM system etc.

[0168] An embodiment is listed to below and this invention is further explained to it.

[0169]. In each embodiment described below mentioned above as a multi electron source. Matrix wiring (refer to drawing 1 and drawing 4) was used for the inter-electrode conductive particle film for the surface conduction type emission elements of the  $N \times M$  individual ( $N = 3072$   $M = 1024$ ) of a type which has an electron emission part with line writing direction wiring of  $M$  book and the row direction wiring of  $N$  book.

[0170] According to this embodiment the display panel shown in drawing 1 and drawing 2 which were mentioned above was produced.

[0171] First the heat-resistant adhesives of a ceramic system were used for the rear plate 1015 and the substrate 1011 which formed the line writing direction wiring 1013 the row direction wiring 1014 the inter-electrode insulating layer (un-illustrating) and the element electrode and conductive thin film of the surface conduction type emission elements 1012 on the substrate beforehand was fixed to it.



[0172]Nextline writing direction wiring 1013 (on the line width 300 [μm]) of the substrate 1011 The jointing material 1040 (line width of 250 micrometers) which consists of conductive frit glass which mixed conducting materials which carried out golden coating of the surfacesuch as a conductive particle (conductive filler) or metalin parallel with the line writing direction wiring 1013 by regular intervals was applied.

[0173]Nextthe high resistance film 11 of the after-mentioned [ page / 4th ] exposed in a tight container among the surfaces of the insulation member 1 which consists of soda lime glass is formedthe spacer 1020 (the height 5 [mm].) which formed the low resistance films 21 and 22 to the contact surface 3 and the lateral portion 5 The board thickness 200 [μm] and the length 20 [mm] are arranged [ on the line writing direction wiring 1013 (line width 300 [μm]) of the substrate 1011 ] via the jointing material 1040 in parallel with the line writing direction wiring 1013 by regular intervalsBy calcinating 10 minutes or more at 400 °C thru/or 500 °C in the atmosphereit pasted up and electric connection was also made.

[0174]The Al film (100-nm thickness) was used as the low resistance film 21 using the Cr-aluminum alloy nitride film (200-nm thickness9th power of about 10<sup>-9</sup> [Ω/μm]) formed as the high resistance film 11 of the spacer 1020 by carrying out the simultaneous weld slag of the target of Cr and aluminum with a high-frequency power supply.

[0175]Then the fluorescent screen 1018 which becomes the 5-mm upper part of the substrate 1011 from each color fluorescent substance of the stripe shape prolonged in a column direction (the direction of Y)and the metal back 1019 arrange the faceplate 1017 attached to the inner surface via the side attachment wall 1016The joined part of the rear plate 1015 and the side attachment wall 1016 and the joined part of the faceplate 1017 and the side attachment wall 1016 applied frit glass (un-illustrating)and sealed it by calcinating 10 minutes or more at 400 °C thru/or 500 °C in the atmosphere.

[0176]The inside of the tight container completed as mentioned above is exhausted with a vacuum pump through an exhaust pipe (un-illustrating)After reaching sufficient degree of vacuumthe multi electron source was manufactured by supplying electric power to each element and performing the above-mentioned energization foaming processing and energization activation via the line writing direction wiring electrode 1013 and the row direction wiring 1014through the container outer edge children Dx1-DxMand Dy1-DyN.

[0177]Nextwith the degree of vacuum about the 6th power of minus [torr] of 10it welded by heating an unillustrated exhaust pipe with a gas burnerand the envelope (tight container) was closed.

[0178]Finallygetter processing was performed in order to maintain the degree of vacuum after closure.

[0179]In the image display device using a display panel as shown in drawing 1 and

drawing 2 which were completed as mentioned above to each cold cathode element (surface conduction type emission elements) 1012. Electrons are made to emit through the container envelope terminals Dx1-DxMDy1 - DyN by impressing a scanning signal and a modulating signal from an unillustrated signal generation means respectively. The picture was displayed on the metal back 1019 by impressing high voltage through the secondary terminal Hv by accelerating an emission-electron beam making an electron collide with the fluorescent screen 1018 and making each color fluorescent substance excite and emit light. The impressed electromotive force Va to the secondary terminal Hv made 14 [V]s 3 [kV] thru/or 10 [kV] and impressed electromotive force Vf of a between [ each wiring 1013-1014 ]. At this time also including the luminescence spot by the emission electron from the cold cathode element 1012 in the position near the spacer 1020 the luminescence spot row at equal intervals was formed in the shape of two dimensions it was clear and the good color image display of color reproduction nature was completed. Not having generated the disorder of an electric field which affects an electron orbit even if this installed the spacer 1020 is shown.

[0180] The multi electron source of this embodiment allots two or more lines of the cold cathode element which connected each of two or more cold cathode elements arranged in parallel at both ends (it is called a line writing direction) In accordance with the direction (it is called a column direction) which intersects perpendicularly with this wiring it may be an electron source arranged in the shape of [ which controls the electron from a cold cathode element ] a ladder with the control electrode (it is also called a grid) arranged above the cold cathode element.

[0181] As a use of the display panel of this embodiment it cannot restrict to an image forming device suitable as an object for a display and can also use also as a light source of substitution of the light emitting diode of the optical printer which comprised a photosensitive drum a light emitting diode etc. etc.

[0182] In this case it is applicable also as a two-dimensional light source not only as a light source of line form by choosing suitably each number of line writing direction wiring of above-mentioned M book and the row direction wiring of N book. In this case as an image formation member it cannot restrict to the substance which emits light directly like the fluorescent substance used by following embodiments and the member that the latent image picture by electrification of an electron is formed can also be used.

[0183] Even if it applies this invention to the system which comprises two or more apparatus (for example a host computer an interface device a reader a printer etc.) it may be applied to the devices (for example a copying machine a facsimile machine etc.) which consist of one apparatus.

[0184] The purpose of this invention the storage which recorded the program code of the software which realizes the function of an embodiment mentioned above A system or a device is supplied and it is attained also when the computer (or CPU and MPU) of

the system or a device reads and executes the program code stored in the storage.

[0185]

[Effect of the Invention]As explained aboveaccording to this inventionit is effective in the ability to provide an image forming device with clear and sufficient color reproduction nature without luminosity unevenness or a color gap.

[0186]The alignment of the spacer within this device can be simplified on the occasion of an assembly of an image forming device.

[0187]

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is the perspective view having cut some display panels of the image display device which is an embodiment of the invention and in which lacking and showing it.

[Drawing 2]It is an A-A' sectional view of the display panel (drawing 1) which is an embodiment of the invention.

[Drawing 3]It is a figure (b) showing the arrangement relationship of the top view (a) and stripe shape fluorescent substance which illustrated the stripe shape fluorescent substance arrangement of the faceplate of the display panel of this embodimentand a spacer.

[Drawing 4]It is a partial top view of the substrate of a multi electron source used by the embodiment.

[Drawing 5]It is a partial sectional view of the substrate of a multi electron source used by the embodiment.

[Drawing 6]They are the top view (a) of flat-surface type surface conduction type emission elements used by the embodimentand a sectional view (b).

[Drawing 7]It is a sectional view showing the manufacturing process of flat-surface type surface conduction type emission elements.

[Drawing 8]It is a figure showing the impressed-electromotive-force waveform in the case of energization foaming processing.

[Drawing 9]It is a figure showing impressed-electromotive-force waveform (a) in the case of energization activationand change (b) of the emission current  $I_e$ .

[Drawing 10]It is a sectional view of the surface conduction type emission elements of the vertical type used by this embodiment.

[Drawing 11]It is a sectional view showing the manufacturing process of the surface conduction type emission elements of a vertical type.

[Drawing 12]They are graph charts showing the typical characteristic of surface conduction type emission elements of having used by the embodiment.

[Drawing 13]It is a block diagram showing the outline composition of the drive circuit

of the image display device which is an embodiment of the invention.

[Drawing 14] It is a figure showing an example of the assembly dot order of the display panel of this embodiment.

[Drawing 15] It is a figure showing an example of surface conduction type emission elements known conventionally.

[Drawing 16] It is a figure showing an example of FE type element known conventionally.

[Drawing 17] It is a figure showing an example of a MIN type element known conventionally.

[Drawing 18] It is a figure showing the perspective view having cut some display panels of the image display device and in which lacking and showing it.

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-326579

(43) 公開日 平成10年(1998)12月8日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 J 29/87

9/24

31/12

識別記号

F I

H 0 1 J 29/87

9/24

31/12

B

C

審査請求 未請求 請求項の数36 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平10-66810

(22) 出願日 平成10年(1998)3月17日

(31) 優先権主張番号 特願平9-78427

(32) 優先日 平9(1997)3月28日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 光武 英明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 伏見 正弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

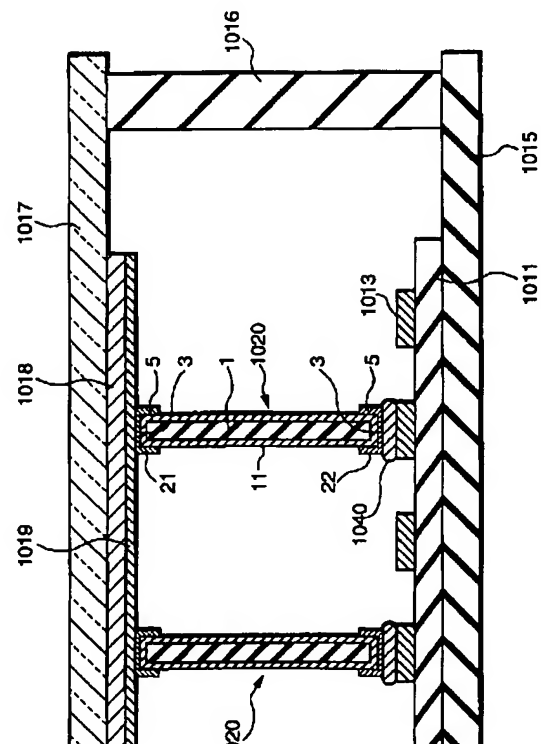
(74) 代理人 弁理士 大塚 康徳 (外2名)

(54) 【発明の名称】 画像形成装置とその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 輝度むらや色ずれのない鮮明で色再現性のよい画像形成装置を提供する。

【解決手段】 電子源を有する基板1011と、互いに発光色の異なる複数のストライプ状の蛍光体が配列され電子源より放出された電子の照射により画像を形成する蛍光膜1018を備えるフェースプレート1017との間に配列された矩形状のスペーサ1020とを有する画像形成装置であって、この矩形状のスペーサ1020は、フェースプレート1017と対向する基板1011上に当接されて固定されており、スペーサ1020の長手方向とストライプ状の蛍光膜1018の長手方向とが交差して配置されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項１】 電子源と、互いに発光色の異なる複数のストライプ状の蛍光体が配列され、前記電子源より放出された電子の照射により画像を形成する画像形成部材と当該画像形成部材に対向する部材との間に配列された矩形状のスペーサとを有する画像形成装置であって、前記矩形状のスペーサは、前記画像形成部材に対向する部材側で固定され、かつ前記画像形成部材側に当接されており、前記スペーサの長手方向と前記ストライプ状の蛍光体の長手方向とが交差して配置されていることを特徴とする画像形成装置。

【請求項２】 前記画像形成部材に対向する部材は前記電子源が配置された基板を含み、前記スペーサは前記電子源が配置された基板側であって前記電子源より放出される電子の前記画像形成部材への照射を遮蔽しない位置に固定されていることを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。

【請求項３】 前記電子源は、複数の電子放出素子が複数の行方向配線と複数の列方向配線とによりマトリクス状に結線されている電子源であって、前記画像形成部材に対向する部材は前記電子源が配置された基板を含み、前記スペーサは前記行方向配線上、或は前記列方向配線上に固定されていることを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。

【請求項４】 前記スペーサは前記画像形成部材に対向する部材に接合材の溶着により固定されていることを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載の画像形成装置。

【請求項５】 前記電子源は複数の冷陰極素子を有する電子源であることを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載の画像形成装置。

【請求項６】 前記冷陰極素子は、電極間に電子放出部を有する導電性膜が配置された素子であることを特徴とする請求項５に記載の画像形成装置。

【請求項７】 前記冷陰極素子は表面伝導型電子放出素子であることを特徴とする請求項５又は６に記載の画像形成装置。

【請求項８】 前記スペーサは、導電性を有するスペーサであることを特徴とする請求項１乃至７のいずれか１項に記載の画像形成装置。

【請求項９】 前記スペーサは、 $10$ の $5$ 乗 $\Omega/\square \sim 10$ の $12$ 乗 $\Omega/\square$ の範囲の表面抵抗値を有することを特徴とする請求項８に記載の画像形成装置。

【請求項１０】 前記電子源は、複数の電子放出素子が配線により結線されている電子源であって、前記画像形成部材に対向する部材は前記電子源が配置された基板であり、前記スペーサは前記配線上に固定されて前記配線と電気的に接続されていることを特徴とする請求項８に記載の画像形成装置。

【請求項１１】 前記スペーサは、前記配線と電極間を

らなる膜を介して固定されていることを特徴とする請求項１０に記載の画像形成装置。

【請求項１２】 前記スペーサは、導電性の接合材の溶着により前記配線に固定されていることを特徴とする請求項１０に記載の画像形成装置。

【請求項１３】 前記スペーサは、前記画像形成部材に配置された前記電子源より放出される電子を加速する加速電極に当接され、前記加速電極と電気的に接続されていることを特徴とする請求項１０に記載の画像形成装置。

【請求項１４】 前記スペーサは、貴金属からなる膜を介して前記配線に固定されていることを特徴とする請求項１３に記載の画像形成装置。

【請求項１５】 前記スペーサは、導電性の接合材の溶着により前記配線に固定されていることを特徴とする請求項１３に記載の画像形成装置。

【請求項１６】 前記電子源は、複数の冷陰極素子を有する電子源であることを特徴とする請求項８乃至１５のいずれか１項に記載の画像形成装置。

【請求項１７】 前記冷陰極素子は、電極間に電子放出部を有する導電性膜が配置された素子であることを特徴とする請求項１６に記載の画像形成装置。

【請求項１８】 前記冷陰極素子は表面伝導型電子放出素子であることを特徴とする請求項１６又は１７に記載の画像形成装置。

【請求項１９】 電子源と、互いに発光色の異なる複数のストライプ状の蛍光体が配列され前記電子源より放出された電子の照射により画像を形成する画像形成部材と当該画像形成部材に対向する部材との間に配置された矩形状のスペーサとを有する画像形成装置の製造方法であって、

前記画像形成部材に対向配置される部材側に前記矩形状のスペーサを固定する工程と、前記スペーサを、前記スペーサの長手方向が前記ストライプ状の蛍光体の長手方向と交差するように前記画像形成部材側に当接させる工程と、を有することを特徴とする画像形成装置の製造方法。

【請求項２０】 前記画像形成部材に対向配置される部材は前記電子源が配置された基板を含み、前記スペーサを固定する工程は、前記電子源が配置された基板側の前記電子源より放出される電子の前記画像形成部材への照射を遮蔽しない位置に前記スペーサを固定する工程であることを特徴とする請求項１９に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項２１】 前記電子源は、複数の電子放出素子が複数の行方向配線と複数の列方向配線とによりマトリクス状に結線されている電子源であって、前記画像形成部材に対向配置される部材は前記電子源が配置された基板を含み、前記スペーサを固定する工程は、前記行方向配線と電極間を介して前記列方向配線とに前記スペーサを固定す

る工程であることを特徴とする請求項 19 又は 20 に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 22】 前記スペーサを固定する工程では、前記画像形成部材と対向配置される部材側に付与された接合材の溶着により前記スペーサを固定することを特徴とする請求項 19 乃至 21 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 23】 前記電子源は複数の冷陰素子を有する電子源であることを特徴とする請求項 19 乃至 22 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 24】 前記冷陰極素子は、電極間に電子放出部を有する導電性膜が配置された素子であることを特徴とする請求項 23 に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 25】 前記冷陰極素子は表面伝導型電子放出素子であることを特徴とする請求項 23 又は 24 に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 26】 前記スペーサは導電性を有するスペーサであることを特徴とする請求項 19 乃至 25 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 27】 前記スペーサは、 $10$  の  $5$  乗  $\Omega/\square$  ~  $10$  の  $12$  乗  $\Omega/\square$  の範囲の表面抵抗値を有することを特徴とする請求項 26 に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 28】 前記電子源は、複数の電子放出素子が配線により結線されている電子源であって、前記画像形成部材と対向配置される部材は、前記電子源が配置された基板を含み、前記スペーサを固定する工程は、前記スペーサを、前記配線上に前記配線と電気的に接続させて固定する工程であることを特徴とする請求項 26 に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 29】 前記スペーサを固定する工程は、前記スペーサを貴金属からなる膜を介して前記配線に固定させる工程であることを特徴とする請求項 28 に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 30】 前記スペーサを固定する工程は、前記配線上に付与された導電性の接合材の溶着により前記スペーサを固定する工程であることを特徴とする請求項 28 に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 31】 前記スペーサを前記画像形成部材側に当接させる工程は、前記スペーサを、前記画像形成部材に配置された、前記電子源より放出される電子を加速する加速電極に電気的に接続させて当接する工程であることを特徴とする請求項 28 に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 32】 前記スペーサを固定する工程は、前記スペーサを貴金属からなる膜を介して前記配線に固定させる工程であることを特徴とする請求項 31 に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 33】 前記スペーサを固定する工程は、前記配線に付与された導電性の接合材の溶着により前記

スペーサを固定する工程であることを特徴とする請求項 31 に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 34】 前記電子源は、複数の冷陰極素子を有する電子源であることを特徴とする請求項 26 乃至 33 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 35】 前記冷陰極素子は、電極間に電子放出部を有する導電性膜が配置された素子であることを特徴とする請求項 34 に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項 36】 前記冷陰極素子は表面伝導型電子放出素子であることを特徴とする請求項 34 又は 35 に記載の画像形成装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子源と蛍光体とを備える画像形成装置とその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】平面型表示装置は、薄型でかつ軽量であることから、ブラウン管型表示装置に置き代わるものとして注目されている。特に、電子放出素子と電子ビームの照射により発光する蛍光体とを組合わせて用いた表示装置は、従来の他の方式の表示装置よりも優れた特性が期待されている。例えば、近年普及してきた液晶表示装置と比較しても、自発光型であるためバックライトを必要としない点や、視野角が広い点が優れている。

【0003】従来から、電子放出素子として熱陰極素子と冷陰極素子の 2 種類が知られている。このうち冷陰極素子では、例えば表面伝導型放出素子や、電界放出型素子（以下 F E 型と記す）や、金属／絶縁層／金属型放出素子（以下 M I M 型と記す）などが知られている。

【0004】表面伝導型放出素子としては、例えば、M. I. Elinson, Radio Eng. Electron Phys., 10, 1290, (1965) や、後述する他の例が知られている。

【0005】表面伝導型放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型放出素子としては、前記エリンソン(Elinson)等による S n O<sub>2</sub> 薄膜を用いたものの他に、A u 薄膜によるもの [G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9, 317 (1972)] や、I n<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/S n O<sub>2</sub> 薄膜によるもの [M. Hartwell and C. G. Fonstad: "IEEE Trans. ED Conf.", 519 (1975)] や、カーボン薄膜によるもの [荒木久他: 真空、第 26 巻、第 1 号、22 (1983)] 等が報告されている。

【0006】これらの表面伝導型放出素子の素子構成の典型的な例として、図 15 に前述の M. Hartwell らによる素子の平面図を示す。同図において、3001 は基板で、3004 はスパッタで形成された金属酸化物よりなる導電性薄膜である。導電性薄膜 3004 は図示のように矩形の平面形状に形成されている。この導電性薄膜

3004に、後述の通電フォーミングと呼ばれる通電処理を施すことにより、電子放出部3005が形成される。図中の間隔Lは、0.5～1 [mm]、幅Wは、0.1 [mm]に設定されている。尚、図示の便宜から、電子放出部3005は導電性薄膜3004の中央に矩形状で示したが、これは模式的なものであり、実際の電子放出部の位置や形状を忠実に表現しているわけではない。

【0007】M. Hartwellらによる素子をはじめとして上述の表面伝導型放出素子においては、電子放出を行う前に導電性薄膜3004に通電フォーミングと呼ばれる通電処理を施すことにより電子放出部3005を形成するのが一般的であった。即ち、通電フォーミングとは、前記導電性薄膜3004の両端に一定の直流電圧、もしくは、例えば1V/分程度の非常にゆっくりとしたレートで昇圧する直流電圧を印加して通電し、導電性薄膜3004を局所的に破壊もしくは変形もしくは変質せしめ、電氣的に高抵抗な状態の電子放出部3005を形成することである。尚、局所的に破壊もしくは変形もしくは変質した導電性薄膜3004の一部には亀裂が発生する。この通電フォーミング後に導電性薄膜3004に適宜の電圧を印加した場合には、前記亀裂付近において電子放出が行われる。

【0008】またFE型の例としては、例えば、W. P. Dyke & W. W. Dolan, "Field emission", Advance in Electron Physics, 8, 89 (1956)や、或は、C. A. Spindt, "Physical properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976)などが知られている。

【0009】FE型の素子構成の典型的な例として、図16に前述のC. A. Spindtらによる素子の断面図を示す。同図において、3010は基板で、3011は導電材料よりなるエミッタ配線、3012はエミッタコーン、3013は絶縁層、3014はゲート電極である。この素子は、エミッタコーン3012とゲート電極3014の間に適宜の電圧を印加することにより、エミッタコーン3012の先端部より電界放出を起こさせるものである。またFE型の他の素子構成として、前述の図16のような積層構造でなく、基板上に基板平面とほぼ平行にエミッタゲート電極を配置したものもある。

【0010】また、MIM型の例としては、例えば、C. A. Mead, "Operation of tunnel-emission Devices, J. Appl. Phys., 32, 646 (1961)などが知られている。このMIM型の素子構成の典型例を図17に示す。同図は断面図であり、3020は基板で、3021は金属よりなる下電極、3022は厚さ100オングストローム程度の薄い絶縁層、3023は厚さ80～300オングストローム程度の金属よりなる上電極である。MIM型においては、上電極3023と下電極3021との間に適宜の電圧を印加するアレにより、上電極3023の表面より電子放出を起こさせるものである。

面より電子放出を起こさせるものである。

【0011】上述の冷陰極素子は、熱陰極素子と比較して低温で電子放出を得ることができるため、加熱用ヒータを必要としない。従って、熱陰極素子よりも構造が単純であり、微細な素子を作成可能である。また基板上には多数の素子を高い密度で配置しても、基板の熱溶融などの問題が発生しにくい。また、熱陰極素子がヒータの加熱により動作するため応答速度が遅いとは異なり、冷陰極素子の場合には応答速度が速いという利点もある。このため、冷陰極素子を応用するための研究が盛んに行われてきている。

【0012】例えば、表面伝導型放出素子は、冷陰極素子の中でも特に構造が単純で製造も容易であることから、大面積に互り多数の素子を形成できる利点がある。そこで例えば本願出願人による特開昭64-31332号公報において開示されるように、多数の素子を配列して駆動するための方法が研究されている。

【0013】また、表面伝導型放出素子の応用については、例えば、画像表示装置、画像記録装置などの画像形成装置や、荷電ビーム源、等が研究されている。

【0014】特に画像表示装置への応用としては、例えば本願出願人によるUSP5,066,883や特開平2-257551号公報や特開平4-28137号公報において開示されているように、表面伝導型放出素子と電子ビームの照射により発光する蛍光体とを組み合わせ用いた画像表示装置が研究されている。このような表面伝導型放出素子と蛍光体とを組み合わせ用いた画像表示装置は、従来の他の方式の画像表示装置よりも優れた特性が期待されている。例えば、近年普及してきた液晶表示装置と比較しても、自発光型であるためバックライトを必要としない点や、視野角が広い点が優れていると言える。

【0015】また、FE型を多数個ならべて駆動する方法は、たとえば本出願人によるUSP4,904,895に開示されている。また、FE型を画像表示装置に応用した例として、例えば、R. Meyerらにより報告された平板型表示装置が知られている。[R. Mayer: "Recent Development on Microtips Display at LETI", Tech. Digest of 4th Int. Vacuum Micro-electronics Conf., Nagahama, pp. 6-9(1991)]また、MIM型を多数個並べて画像表示装置に応用した例は、たとえば本出願人による特開平3-55738号公報に開示されている。

【0016】図18は、平面型の画像表示装置を形成する表示パネル部の一例を示す斜視図であり、内部構造を示すためにパネルの一部を切り欠いて示している。

【0017】図中、3115はリアプレート、3116は側壁、3117はフェースプレートであり、リアプレート3115、側壁3116及びフェースプレート3117により表示パネルの内部を真空中に維持するための外周部（密封部）を形成している。



【0018】リアプレート3115には、基板3111が固定されているが、この基板3111上には冷陰極素子3112が $N \times M$ 個形成されている。 $(N, M)$ は2以上の正の整数であり、目的とする表示画素数に応じて適宜設定される。また $N \times M$ 個の冷陰極素子3112は、 $M$ 本の行方向配線3113と $N$ 本の列方向配線3114によりマトリクス配線されている。これら基板3111、冷陰極素子3112、行方向配線3113及び列方向配線3114によって構成される部分をマルチ電子源と呼ぶ。また、行方向配線3113と列方向配線3114の少なくとも交差する部分には、両配線間に絶縁層（不図示）が形成されており、電気的な絶縁が保たれている。

【0019】また、フェースプレート3117の下面には、蛍光体からなる蛍光膜3118が形成されており、赤（R）、緑（G）、青（B）、の3原色の蛍光体（不図示）が塗り分けられている。また蛍光膜3118を構成する各色の蛍光体の間には黒色体（不図示）が設けられており、更に蛍光膜3118のリアプレート3115側の面にはアルミニウム（Al）等からなるメタルバック3119が形成されている。また、 $Dx1 \sim DxM$ および $Dy1 \sim DyN$ および $Hv$ は、当該表示パネルと不図示の電気回路とを電気的に接続するために設けた気密構造の電気接続用端子である。 $Dx1 \sim DxM$ はマルチ電子源の行方向配線3113と、 $Dy1 \sim DyN$ はマルチ電子源の列方向配線3114と、 $Hv$ はフェースプレートのメタルバック3119と電気的に接続している。

【0020】また、上記気密容器の内部は10のマイナス6乗[Torr]程度の真空中に保持されており、画像表示装置の表示面積が大きくなるに従い、気密容器内部と外部の気圧差によるリアプレート3115及びフェースプレート3117の変形或は破壊を防止する手段が必要となる。リアプレート3115及びフェースプレート3117を厚くする方法は、画像表示装置の重量を増加させるのみならず、表示画面を斜め方向から見た時に画像の歪みや視差を生じる。これに対し図18においては、比較的薄いガラス板からなり大気圧を支えるための構造支持体（スペーサ或はリブと呼ばれる）3120が設けられている。このようにして、マルチ電子源が形成された基板3111と蛍光膜3118が形成されたフェースプレート3117間は通常サブミリないし数ミリに保たれ、前述したように気密容器内部は高真空中に保持されている。

【0021】以上説明した表示パネルを用いた画像表示装置は、容器外端子 $Dx1 \sim DxM$ 、 $Dy1 \sim DyN$ を通じて各冷陰極素子3112に電圧を印加すると、各冷陰極素子3112から電子が放出される。それと同時にメタルバック3119に容器外端子 $Hv$ を通じて数百～数千[KV]の高圧を印加して、上記放出された電子を加速し、フェースプレート3117の内面に衝突させる。これに

より、蛍光膜3118をなす各色の蛍光体が励起されて発光し、画面上に画像が表示される。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】以上説明した画像表示装置の表示パネルにおいては、以下のような問題点があった。

【0023】即ち、特にカラー表示装置の場合、各色の蛍光体が塗り分けられた蛍光膜3118を有するフェースプレート3117、複数の冷陰極素子3112が形成された基板3111、基板3111とフェースプレート3117間に配置されたスペーサ3120は十分に位置合わせして組み立てる必要があるが、大面積の表示パネルになるほど、その位置合わせが困難になり、位置ずれによる表示画面の輝度むらや色ずれを招く虞れがあった。

【0024】本発明は上記従来例に鑑みてなされたもので、本発明の主たる目的は、輝度むらや色ずれが低減され、鮮明で色再現性を向上した画像形成装置とその製造方法を提供することにある。

【0025】また本発明の別の目的は、画像形成装置の組み立てに際して、この装置内でのスペーサの位置合わせを簡略化することができる画像形成装置の製造方法を提供することにある。

【0026】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の画像形成装置は以下のような構成を備える。即ち、電子源と、互いに発光色の異なる複数のストライプ状の蛍光体が配列され、前記電子源より放出された電子の照射により画像を形成する画像形成部材と当該画像形成部材に対向する部材との間に配列された矩形状のスペーサとを有する画像形成装置であって、前記矩形状のスペーサは、前記画像形成部材と対向する部材側に固定され、かつ前記画像形成部材側に当接されており、前記スペーサの長手方向と前記ストライプ状の蛍光体の長手方向とが交差して配置されていることを特徴とする。

【0027】また上記目的を達成するために本発明の画像形成装置の製造方法は以下のような工程を備える。即ち、電子源と、互いに発光色の異なる複数のストライプ状の蛍光体が配列され前記電子源より放出された電子の照射により画像を形成する画像形成部材と当該画像形成部材に対向する部材との間に配置された矩形状のスペーサとを有する画像形成装置の製造方法であって、前記画像形成部材に対向配置される部材側に前記矩形状のスペーサを固定する工程と、前記スペーサを、前記スペーサの長手方向が前記ストライプ状の蛍光体の長手方向と交差するように前記画像形成部材側に当接させる工程とを有することを特徴とする。

【0028】本発明に係る画像形成装置は、互いに発光色の異なる複数の蛍光体がストライプ状に配列されている画像形成部材と該画像形成部材に対向する部材との間に配置された矩形状のスペーサを備える。前記フェ

一サが、前記画像形成部材に対向する部材側では固定され、前記画像形成部材側へは、前記スペーサの長手方向が前記ストライプ状の蛍光体の長手方向と交差して当接されている。

【0029】また、本発明に係る画像形成装置の製造方法においては、互いに発光色の異なる複数の蛍光体がストライプ状に配列されている画像形成部材と該画像形成部材に対向する部材との間に配置される矩形状のスペーサは、まず前記画像形成部材に対向する部材側に固定がなされ、次に、前記スペーサの長手方向を前記ストライプ状の蛍光体の長手方向と交差させて該画像形成部材側へ当接される。

【0030】

【発明の実施の形態】ここで、本発明の実施の形態に係るスペーサは、絶縁性のスペーサ、導電性が付与されたスペーサのいずれも包含するものであるが、例えば、図18に示された画像形成装置において、第1に、スペーサ3120の近傍から放出された電子の一部がスペーサ3120に当たることにより、あるいは放出電子の作用でイオン化したイオンがスペーサ3120に付着することにより、スペーサ3120に帯電を引き起こす可能性がある。このようなスペーサ3120の帯電が生じると、冷陰極素子3112から放出された電子はその軌道を曲げられ、蛍光体の正規な位置とは異なる場所に到達し、スペーサ3120近傍の画像が歪んで表示される。

【0031】第2に、冷陰極素子3112からの放出電子を加速するためにマルチ電子源とフェーズプレート3117との間には数百V以上の高電圧（即ち、1KV/mm以上の高電界）が印加されるため、スペーサ3120表面での沿面放電が懸念される。特に、上記のようにスペーサ3120が帯電している場合は、放電が誘発される可能性がある。

【0032】以上の点をも考慮するならば、印加される高電圧に耐えるだけの絶縁性は有するものの、その表面に該帯電を緩和するように導電性が付与されたスペーサとすることは、上述したスペーサの帯電によるスペーサ近傍での電子線の軌道ずれや放電を低減することができるため、本発明の実施の形態においてはより好ましい態様となる。

【0033】また、本発明の実施の形態に係る電子源は、冷陰極素子あるいは熱陰極素子のいずれかを有する電子源を包含するものであるが、以下の理由から、表面伝導型放出素子、FE型、MIM型などの冷陰極素子を有する電子源が好ましい態様であり、とりわけ、表面伝導型放出素子を有する電子源がより好ましい態様となる。

【0034】上述の冷陰極素子は、熱陰極素子と比較して低温で電子放出を得ることができるため、加熱用ヒータを必要としない。従って、熱陰極素子よりも構造が単純であり、微細な素子を作成可能である。また、基板に

は多数の素子を高い密度で配置しても、基板の熱溶融などの問題が発生しにくい。また、熱陰極素子がヒータの加熱により動作するため応答速度が遅いとは異なり、冷陰極素子の場合には応答速度が速いという利点もある。

【0035】例えば、表面伝導型放出素子は、冷陰極素子の中でも特に構造が単純で製造も容易であることから、大面積に互り多数の素子を形成できる利点がある。

【0036】また、本発明において、画像形成部材に対向する部材へのスペーサの固定は、スペーサの当該部材への接着により行われるのが好ましい態様である。例えば、フリットガラスのような加熱により溶融する接合材を用いてかかる接着がなされる。

【0037】以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0038】図1は、本実施の形態に用いた表示パネルの斜視図であり、内部構造を示すためにパネルの一部を切り欠いて示している（詳細は後述）。

【0039】図2は図1のA-A'断面の模式図で、図1と共通する部分は同じ番号で示している。

【0040】図1において、1015はリアプレート、1016は側壁、1017はフェースプレートであり、リアプレート1015、側壁1016およびフェースプレート1017により、表示パネルの内部を真空中に維持するための外囲器（気密容器）を形成している。また、この気密容器内部には、大気圧を支えるためのスペーサ1020が設けられている。リアプレート1015には基板1011が固定されているが、この基板1011上には冷陰極素子1012がN×M個形成されており、M本の行方向（X方向）配線1013とN本の列方向（Y方向）配線1014により結線されている。

【0041】フェースプレート1017の下面には、蛍光膜1018が設けられており、さらに蛍光膜1018のリアプレート1015側の面には、アルミニウム（Al）等からなるメタルバック1019が形成されている。

【0042】ここで、図3（a）に示す通り、蛍光膜1018は、赤（R）、緑（G）、青（B）の3原色の蛍光体を有し、これら各色蛍光体は図1の列方向（Y方向）に沿ってストライプ状に塗り分けられている。また、これら各色蛍光体の間には黒色体1010が設けられている。

【0043】またスペーサ1020は、図2に示される通り、薄板状の絶縁性部材1の表面に高抵抗膜11が成膜されており、さらにフェースプレート1017の内側（メタルバック1019側）及び基板1011の表面（行方向配線1013）に面したスペーサ1020の当接面3及び当接面3に接する側面部5に低抵抗膜21及び22が成膜されている。この薄板状のスペーサ1020は、電圧源基板1011の行方向（X方向）配線1013

13に沿って配置され、接合材1040を介して基板1011の行方向配線1013上に固定されている。高抵抗膜11は、基板1011側では低抵抗膜22及び接合材1040を介して行方向配線1013と電氣的に接続されており、フェースプレート1017側では低抵抗膜21を介して圧接によりメタルバック1019と電氣的に接続されている。

【0044】図3(b)はスペーサ1020とフェースプレート1017の配置関係を表わす図である。図中、スペーサ1020の長手方向(X方向)が、フェースプレート1017のY方向に伸びる蛍光体及び黒色体1010に対して略直交するように、フェースプレート1017とスペーサ1020とが位置付けられている。

【0045】以下に図1及び図2に示した表示パネルの組立て手順を図14(a)～(d)を参照して説明する(工程a～d)

(工程a) 図1にて示されるような、複数の冷陰極素子とこれら素子を結線する複数の行方向配線及び複数の列方向配線とが形成された基板1011をリアプレート1015に装着する。

【0046】(工程b) 接合材1040を基板1011の行方向配線1013上に塗布する。

【0047】(工程c) 図2にて示されるような、高抵抗膜11、低抵抗膜21及び22が成膜されたスペーサ1020を接合材1040を介して基板1011に固定する。

【0048】(工程d) リアプレート1015、側壁1016及び図1及び図2にて示されるような、蛍光膜1018及びメタルバック1019が形成されたフェースプレート1017を封着して、気密容器を形成する。

【0049】上記の表示パネルの構成及び組立工程によって、以下の効果が得られる。

【0050】①スペーサ1020及び接合材1040を基板1011に対して十分位置合わせすることは、近傍の冷陰極素子1012から放出された電子の軌道に及ぼす影響を制御するために重要である。例えば、スペーサ1020の低抵抗膜22により形成される電界で電子軌道を制御する場合、スペーサ1020の位置ずれが生じると所望の電界分布が得られず、電子軌道のずれの原因となる。

【0051】本実施の形態では、基板1011に先にスペーサ1020を固定するため、電子源基板1011に対してスペーサ1020の位置合わせが容易となる。従って、先にスペーサ1020をフェースプレート1017に固定する場合や、スペーサ1020をフェースプレート1017とリアプレート1015の両方に同時に固定する場合に比べ、歩留りの向上や位置合せ機構の簡略化を図ることができる。

【0052】②前述の気密容器の封着を行う際には、フェースプレート1017上に配置された各冷陰極素子1012の位置

とを対応させなくてはならない。本実施の形態では、列方向(Y方向)に沿ったストライプ形状の蛍光膜1018を有するフェースプレートを用いたため、基板1011とフェースプレート1017の位置合せは行方向(X方向)に対してのみ十分に行えばよい。また、スペーサ1020を基板1011に先に固定するため、各冷陰極素子1012から放出された電子がフェースプレート1017を照射する位置に対して、スペーサ1020がフェースプレート1017と接する位置を一定に保つことができる。即ち、前述の封着を行う際の組立制御に係らず、スペーサ1020がフェースプレート1017の近くに到達した電子を遮蔽したり、電子軌道に不要の影響を与えたりすることがない。

【0053】従って、行列(XY)両方向に対する十分な位置合わせが必要な場合に比べ、歩留りの向上や位置合せ機構の簡略化を図ることができる。

【0054】③行方向(X方向)に延びるスペーサ1020は、列方向(Y方向)に延びるストライプ状の黒色体1010と直交する配置となっている。即ち、前述の封着を行う際の組立精度に係らず、スペーサ1020のフェースプレート1017への圧接は黒色体1010に対してのみ行われ、各色の蛍光体を黒色体1010の厚み以下に押しつぶしてしまうことはない。従って、フェースプレート1017の観察側から見て、スペーサ1020の当接する位置での各色蛍光体の光反射・散乱の変化は殆ど生じない。

【0055】以上説明した本実施の形態の表示パネルの構成において、スペーサ1020、接合材1040及び基板1011の当接(行方向配線1013)に関する以下のような組合せも本発明の思想に含まれるものである。

【0056】①行方向配線1013のスペーサ当接部が凹形状をなし、接合材1040は該凹部に塗布される。スペーサ1020の基板1011側の低抵抗膜22は、行方向配線1013との当接面3側에만形成される。このような構成により、スペーサ1020及び接合材1040により形成される電界が、冷陰極素子1020から放出される電子軌道に影響を及ぼさないようにすることが可能である。なお、このような凹形状の配線は、例えばスクリーン印刷を二層重ねることにより形成できる。

【0057】②接合材1040として柔らかい金属材料を用いてスペーサ1020を固定する。スペーサ1020の基板1011側の低抵抗膜22は、行方向配線1013との当接面3のみに形成される。接合材1040がフィラーを含まないため、冷陰極素子1012から放出される電子軌道に影響を及ぼさない程度に薄く塗布することが容易である。例えば、インジウム(In)を用いることができる。

【0058】③低抵抗膜21, 22の材料としてより好ましい条件のひとつは、本実施の形態の画像表示装置の作製工程に含まれる加熱工程やフリットガラスによる封着工程において、酸化・凝集などの変質により高抵抗化したり、高抵抗膜11との接合部で導通不良が起こることの無い特性を有することである。この観点から、好ましい材料としては、貴金属材料、特に白金を上げることが出来る。この場合、貴金属からなる低抵抗膜21, 22が絶縁性部材1或いは高抵抗膜11に対して十分な密着性を有するように、Ti, Cr, Ta等の金属材料からなる数[nm]乃至数十[nm]の厚みの下引き層を形成するのがよい。

【0059】次に、本実施の形態の画像表示装置の表示パネルの構成と製造法について、具体的な例を、前述の図1を参照してより詳しく説明する。

【0060】図中、1015はリアプレート、1016は側壁、1017はフェースプレートであり、1015～1017により表示パネルの内部を真空中に維持するための気密容器を形成している。この気密容器を組み立てるにあたっては、各部材の接合部に十分な強度と気密性を保持させるため封着する必要があるが、例えばフリットガラスを接合部に塗布し、大気中あるいは窒素雰囲気中で、摂氏400～500度で10分以上焼成することにより封着を達成した。この気密容器内部を真空中に排気する方法については後述する。また、この気密容器の内部は10のマイナス6乗[torr]程度の真空中に保持されるので、大気圧や不意の衝撃などによる気密容器の破壊を防止する目的で、耐大気圧構造体として、スペーサ1020が設けられている。

【0061】リアプレート1015には、基板1011が固定されているが、この基板には冷陰極素子1012がN×M個形成されている(N, Mは2以上の正の整数であり、目的とする表示画素数に応じて適宜設定される。たとえば、高品位テレビジョンの表示を目的とした表示装置においては、N=3000, M=1000以上の数を設定することが望ましい)。前記N×M個の冷陰極素子は、M本の行方向配線1013とN本の列方向配線1014により単純マトリクス配線されている。前記1011～1014によって構成される部分をマルチ電子源と呼ぶ。

【0062】本実施の形態の画像表示装置に用いるマルチ電子源は、冷陰極素子を単純マトリクス配線した電子源であれば、冷陰極素子の材料や形状あるいは製法に制限はない。従って、たとえば表面伝導型放出素子やFE型、あるいはMIM型などの冷陰極素子を用いることができる。

【0063】次に、冷陰極素子として表面伝導型放出素子(後述)を基板上に配列して単純マトリクス配線したマルチ電子源の構造について述べる。

【0064】図4に示すのは、図1の表示パネルに用い

たマルチ電子源の平面図である。基板1011上には、後述の図6で示すものと同様な表面伝導型放出素子が配列され、これらの素子は行方向配線電極1013と列方向配線電極1014により単純マトリクス状に配線されている。行方向配線電極1013と列方向配線電極1014の交差する部分には、電極間に絶縁層(不図示)が形成されており、電気的な絶縁が保たれている。

【0065】図4のB-B'に沿った断面を図5に示す。

【0066】なお、このような構造のマルチ電子源は、予め基板上に行方向配線電極1013、列方向配線電極1014、電極間絶縁層(不図示)、及び表面伝導型放出素子の素子電極と導電性薄膜を形成した後、行方向配線電極1013及び列方向配線電極1014を介して各素子に給電して通電フォーミング処理(後述)と通電活性化処理(後述)を行うことにより製造した。

【0067】なお、本実施の形態においては、気密容器のリアプレート1015にマルチ電子源の基板1011を固定する構成としたが、マルチ電子源の基板1011が十分な強度を有するものである場合には、気密容器のリアプレートとしてマルチ電子源の基板1011自体を用いてもよい。

【0068】また、フェースプレート1017の下面には、蛍光膜1018が形成されている。本実施の形態はカラー表示装置であるため、蛍光膜1018の部分にはCRTの分野で用いられる赤、緑、青の3原色の蛍光体が塗り分けられている。各色の蛍光体は、たとえば図3(a)に示すようにストライプ状に塗り分けられ、各色の蛍光体の間には黒色体1010が設けてある。この黒色体1010を設ける目的は、電子ビームの照射位置に多少のずれがあっても表示色にずれが生じないようにすることや、外光の反射を防止して表示コントラストの低下を防ぐことなどである。

【0069】本発明の実施の形態において、黒色体1010はスペーサ1020の圧接部としても機能する必要がある。その好ましい条件として、

- ①大気圧に耐える十分な強度を有すること
  - ②一定以上の厚みを持ち、スペーサ1020の接触による蛍光膜1018の光反射特性変化が生じないこと(1μm以上、好ましくは5μm以上)
- が挙げられる。

【0070】この黒色体1010の材料としては、黒鉛を主成分とするもの、ガラス中に黒鉛を分散させたもの等が挙げられるが、上記の目的に適するものであればこれ以外の材料を用いても良い。

【0071】また、蛍光膜1018のリアプレート側の面には、CRTの分野では公知のメタルバック1019を設けてある。このメタルバック1019を設けた目的は、蛍光膜1018が発する光の一部を鏡面反射して光利用効率を向上させるためや、色インサンの衝突から蛍光膜

1018を保護するためや、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用させるためや、蛍光膜1018を励起した電子の導電路として作用させるためなどである。メタルバック1019は、蛍光膜1018をフェースプレート基板1017上に形成した後、蛍光膜表面を平滑化処理し、その上にAl（アルミニウム）を真空蒸着する方法により形成した。なお、蛍光膜1018に低電圧用の蛍光体材料を用いた場合には、メタルバック1019は用いない。

【0072】また、本実施の形態では用いなかったが、加速電圧の印加用や蛍光膜の導電性向上を目的として、フェースプレート基板1017と蛍光膜1018との間に、たとえばITOを材料とする透明電極を設けてもよい。

【0073】図2は図1のA-A'の断面模式図であり、各部の番号は図1に対応している。スペーサ1020は絶縁性部材1の表面に帯電防止を目的とした高抵抗膜11を成膜し、かつフェースプレート1017の内側（メタルバック1019等）及び基板1011の表面（行方向配線1013または列方向配線1014）に面したスペーサ1020の当接面3及び側面部5に低抵抗膜21、22を成膜した部材からなるもので、上記目的を達成するのに必要な数だけ、かつ必要な間隔をおいて配置され、基板1011の表面に接合材1040により固定される。また、高抵抗膜11は、絶縁性部材1の表面のうち、少なくとも気密容器内の真空中に露出している面に成膜されており、スペーサ1020上の低抵抗膜21、22及び接合材1040を介して、基板1011の表面（行方向配線1013または列方向配線1014）に電気的に接続される。ここで説明される態様においては、スペーサ1020の形状は薄板状とし、行方向配線1013に平行に配置され、低抵抗膜22を介して行方向配線1013に電気的に接続されている。

【0074】スペーサ1020としては、基板1011上の行方向配線1013及び列方向配線1014とフェースプレート1017内面のメタルバック1019との間に印加される高電圧に耐えるだけの絶縁性を有し、かつスペーサ1020の表面への帯電を防止する程度の導電性を有することが好ましい。

【0075】スペーサ1020の絶縁性部材1としては、例えば石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少したガラス、ソーダライムガラス、アルミナ等のセラミックス部材等があげられる。なお、絶縁性部材1はその熱膨張率が気密容器及び基板1011の部材と近いものが好ましい。

【0076】スペーサ1020の高抵抗膜11には、高電位側のフェースプレート1017（メタルバック1019等）に印加される加速電圧Vaを帯電防止膜である高抵抗膜11の抵抗値Rsで除した電流が流される。そこで、スペーサ1020の高抵抗膜11の抵抗値Rは、

帯電防止及び消費電力の観点から、その望ましい範囲に設定される。帯電防止の観点から表面抵抗R（ $\Omega/\square$ ）は10の12乗（ $\Omega/\square$ ）以下であることが好ましい。また、十分な帯電防止効果を得るためには10の11乗（ $\Omega/\square$ ）以下がさらに好ましい。この表面抵抗の下限はスペーサ1020の形状とスペーサ1020間に印加される電圧により左右されるが、10の5乗（ $\Omega/\square$ ）以上であることが好ましい。

【0077】絶縁性部材1上に形成された帯電防止膜（高抵抗膜11）の厚みtは、10nm～1 $\mu$ mの範囲が望ましい。材料の表面エネルギー及び絶縁部材1との密着性やその温度によっても異なるが、一般的に10nm以下の薄膜は島状に形成され、抵抗が不安定で再現性に乏しい。一方、膜厚tが1 $\mu$ m以上では膜応力が大きくなって膜剥がれの危険性が高まり、かつ成膜時間が長くなるため生産性が悪い。従って、この高抵抗膜11の膜厚は50～500nmであることが望ましい。また、その表面抵抗R（ $\Omega/\square$ ）は $\rho/t$ であり、以上に述べたR（ $\Omega/\square$ ）と膜厚tの好ましい範囲から、高抵抗膜11の比抵抗 $\rho$ は、0.1 [ $\Omega$ cm] 乃至10の8乗 [ $\Omega$ cm] が好ましい。さらに、その表面抵抗と膜厚のより好ましい範囲を実現するためには、 $\rho$ は10の2乗乃至10の6乗 [ $\Omega$ cm] とするのが良い。

【0078】スペーサ1020は上述したように、絶縁性部材1上に形成した高抵抗膜を電流が流れることにより、あるいはディスプレイ全体が動作中に発熱することにより、その温度が上昇する。帯電防止膜（高抵抗膜11）の抵抗温度係数が大きな負の値であると温度が上昇した時に抵抗値が減少し、スペーサ1020に流れる電流が増加し、さらに温度上昇をもたらす。そして電流は電源の限界を越えるまで増加し続ける。このような電流の暴走が発生する抵抗温度係数の値は経験的に負の値で絶対値が1%以上である。すなわち、高抵抗膜の抵抗温度係数は-1%未満であることが望ましい。

【0079】帯電防止特性を有する高抵抗膜11の材料としては、例えば金属酸化物を用いることができる。金属酸化物の中でも、クロム、ニッケル、銅の酸化物が好ましい材料である。その理由はこれらの酸化物は二次電子放出効率が比較的小さく、冷陰極素子1012から放出された電子がスペーサ1020に当たった場合においても帯電しにくいためと考えられる。金属酸化物以外にも炭素は二次電子放出効率が小さく好ましい材料である。特に、非晶質カーボンは高抵抗であるため、スペーサ1020の抵抗を所望の値に制御しやすい。

【0080】帯電防止特性を有する高抵抗膜11の他の材料として、アルミと遷移金属合金の窒化物は、遷移金属の組成を調整することにより良伝導体から絶縁体まで広い範囲に抵抗値を制御できるので好適な材料である。さらには後述する表示装置の作製工程において抵抗値の



数が1%未満であり、実用的に使いやすい材料である。遷移金属元素としてはTi, Cr, Ta等があげられる。

【0081】合金窒化膜はスパッタ、窒素ガス雰囲気中での反応性スパッタ、電子ビーム蒸着、イオンプレーティング、イオンアシスト蒸着法等の薄膜形成手段により絶縁性部材1上に形成される。金属酸化膜も同様の薄膜形成法で作製することができるが、この場合、窒素ガスに代えて酸素ガスを使用する。その他、CVD法、アルコキシド塗布法でも金属酸化膜を形成できる。カーボン膜は蒸着法、スパッタ法、CVD法、プラズマCVD法で作製され、特に非晶質カーボンを作製する場合には、成膜中の雰囲気中に水素が含まれるようにするか、成膜ガスに炭化水素ガスを使用する。

【0082】スペーサ1020の低抵抗膜21, 22は、高抵抗膜11を高電位側のフェースプレート1017（メタルバック1019等）及び低電位側の基板1011（行又は列方向配線1013, 1014等）と電気的に接続するために設けられたものであり、以下では、中間電極層（中間層）という名称も用いる。この中間電極層（中間層）は以下に列挙する複数の機能を有することができる。

【0083】①高抵抗膜11をフェースプレート1017及び基板1011と電気的に接続する。

【0084】既に記載したように、高抵抗膜11はスペーサ1020表面での帯電を防止する目的で設けられたものであるが、高抵抗膜11をフェースプレート1017（メタルバック1019等）及び基板1011（配線1013, 1014等）と直接あるいは当接材1041を介して接続した場合、接続部界面に大きな接触抵抗が発生し、これによりスペーサ1020表面に発生した電荷を速やかに除去できなくなる可能性がある。これを避けるために、フェースプレート1017、基板1011及び当接材1040と接触するスペーサ1020の当接面3あるいは側面部5に低抵抗の中間層を設けた。

【0085】②高抵抗膜11の電位分布を均一化する。

【0086】冷陰極素子1012より放出された電子は、フェースプレート1017と基板1011の間に形成された電位分布に従って電子軌道を成す。スペーサ1020の近傍で電子軌道に乱れが生じないようにするためには、高抵抗膜11の電位分布を全域に亘って制御する必要がある。高抵抗膜11をフェースプレート1017（メタルバック1019等）及び基板1011（行方向配線1013又は列方向配線1014等）と直接あるいは当接材1040を介して接続した場合、接続部界面の接触抵抗のために、接続状態のむらが発生し、高抵抗膜11の電位分布が所望の値からずれてしまう可能性がある。これを避けるために、スペーサ1020がフェースプレート1017及び基板1011と当接するスペーサ端部（当接面3あるいは側面部5）の全長域に低抵抗の

中間層を設け、この中間層部に所望の電位を印加することによって、高抵抗膜11全体の電位を制御可能とした。

【0087】③放出電子の軌道を制御する。

【0088】冷陰極素子1012より放出された電子は、フェースプレート1017と基板1011の間に形成された電位分布に従って電子軌道を成す。スペーサ近傍の冷陰極素子1012から放出された電子に関しては、スペーサ1020を設置することに伴う制約（行及び列方向配線、冷陰極素子の位置の変更等）が生じる場合がある。このような場合、歪みやむらの無い画像を形成するためには、冷陰極素子から放出された電子の軌道を制御してフェースプレート1017上の所望の位置に電子を照射する必要がある。フェースプレート1017及び基板1011と当接する面の側面部5に低抵抗の中間層を設けることにより、スペーサ1020近傍の電位分布に所望の特性を持たせ、放出された電子の軌道を制御することができる。

【0089】この低抵抗膜21, 22は、高抵抗膜11に比べて十分に低い抵抗値を有する材料を選択すればよく、Ni, Cr, Mo, W, Ti, Al, Cu, Pd等の金属、あるいは合金、及びPd, Ag, RuO<sub>2</sub>, Pd-Ag等の金属や金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、あるいはIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>等の透明導体及びポリシリコン等の半導体材料等より適宜選択される。

【0090】接合材1040はスペーサ1020が行方向配線1013と電気的に接続するように導電性を持たせる必要がある。即ち、導電性接着剤や金属粒子を添加したフリットガラスが好適である。

【0091】また、Dx1~Dxm及びDy1~DyN及びHvは、当該表示パネルと不図示の電気回路とを電気的に接続するために設けた気密構造の電気接続用端子である。Dx1~Dxmはマルチ電子源の行方向配線1013と、Dy1~DyNはマルチ電子源の列方向配線1014と、Hvはフェースプレートのメタルバック1019と電気的に接続している。

【0092】また、気密容器の内部を真空中に排気するには、気密容器を組立てた後、不図示の排気管と真空ポンプとを接続し、気密容器内を10のマイナス7乗[torr]程度の真空度まで排気する。その後、排気管を封止するが、気密容器内の真空度を維持するために、封止の直前あるいは封止後に気密容器内の所定の位置にゲッター膜（不図示）を形成する。ゲッター膜とは、例えばBaを主成分とするゲッター材料をヒータもしくは高周波加熱により加熱し蒸着して形成した膜であり、該ゲッター膜の吸着作用により気密容器内は1×10マイナス5乗ないしは1×10マイナス7乗[torr]の真空度に維持される。

【0093】以下説明した表示パネルを用いた画像表示

装置は、容器外端子Dx1ないしDxM、Dy1ないしDyNを通じて各冷陰極素子1012に電圧を印加すると、各冷陰極素子1012から電子が放出される。それと同時にメタルバック1019に容器外端子をHvを通じて数百[V]ないし数[kV]の高圧を印加して、上記放出された電子を加速し、フェースプレート1017の内面に衝突させる。これにより、蛍光膜1018をなす各色の蛍光体が励起されて発光し、画像が表示される。

【0094】通常、冷陰極素子である本発明の実施の形態の表面伝導型放出素子1012への印加電圧は12～16[V]程度、メタルバック1019と冷陰極素子1012との距離dは0.1[mm]から8[mm]程度、メタルバック1019と冷陰極素子1012間の電圧は、0.1[KV]から10[KV]程度である。

【0095】以上、本発明の実施の形態の表示パネルの基本構成と製法、及び画像表示装置の概要を説明した。

【0096】＜マルチ電子源の製造方法＞次に前述の表示パネルに用いたマルチ電子源の製造方法について説明する。本実施の形態の画像表示装置に用いるマルチ電子源は、冷陰極素子を単純マトリクス配線した電子源であれば、冷陰極素子の材料や形状或は製法に制限はない。従って、例えば表面伝導型放出素子やFE型、或はMIM型などの冷陰極素子を用いることができる。

【0097】但し、表示画面が大きくてしかも安価な表示装置が求められる状況の下では、これら冷陰極素子の中でも、表面伝導型放出素子が特に好ましい。すなわち、FE型ではエミッタコーンとゲート電極の相対位置や形状が電子放出特性を大きく左右するため、極めて高精度の製造技術を必要とするが、これは大面積化や製造コストの低減を達成するためには不利な要因となる。また、MIM型では、絶縁層と上電極の膜厚を薄くても均一にする必要があるが、これも大面積化や製造コストの低減を達成するためには不利な要因となる。その点、表面伝導型放出素子は、比較的製造方法が単純なため大面積化や製造コストの低減が可能である。また本願発明者らは、表面伝導型放出素子の中でも、電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成したものがとりわけ電子放出特性に優れ、しかも製造が容易に行えることを見出している。従って、高輝度で大画面の画像表示装置のマルチ電子源に用いるには最も好適である。そこで、上記実施の形態の表示パネルにおいては、電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成した表面伝導型放出素子を用いた。そこで、まず好適な表面伝導型放出素子について、その基本的な構成と製法及び特性を説明し、その後で多数の素子を単純マトリクス配線したマルチ電子源の構造について説明する。

【0098】（表面伝導型放出素子の好適な素子構成と製法）電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成する表面伝導型放出素子の代表的な構成には、平面型と曲面型の二種類があげられる。

【0099】（平面型の表面伝導型放出素子）まず最初に、平面型の表面伝導型放出素子の素子構成と製法について説明する。

【0100】図6に示すのは、平面型の表面伝導型放出素子の構成を説明するための平面図(a)および断面図(b)である。

【0101】図中、1101は基板、1102と1103は素子電極、1104は導電性薄膜、1105は通電フォーミング処理により形成した電子放出部、1113は通電活性化処理により形成した薄膜である。

【0102】基板1101としては、例えば、石英ガラスや青板ガラスをはじめとする各種ガラス基板や、アルミナをはじめとする各種セラミクス基板、あるいは上述の各種基板上に、例えばSiO<sub>2</sub>を材料とする絶縁層を積層した基板などを用いることができる。また、基板1101上に基板面と平行に対向して設けられた素子電極1102と1103は、導電性を有する材料によって形成されている。例えば、Ni、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Cu、Pd、Ag等をはじめとする金属、或はこれらの金属の合金、或はIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>をはじめとする金属酸化物、ポリシリコンなどの半導体、などの中から適宜材料を選択して用いればよい。これら電極1102、1103を形成するには、例えば真空蒸着などの製膜技術とフォトリソグラフィ、エッチングなどのパターンニング技術を組み合わせて用いれば容易に形成できるが、それ以外の方法（例えば印刷技術）を用いて形成してもさしつかえない。

【0103】素子電極1102と1103の形状は、この電子放出素子の応用目的に合わせて適宜設計される。一般的には、電極間隔Lは通常は数百オングストロームから数百マイクロメータの範囲から適当な数値を選んで設計されるが、なかでも表示装置に応用するために好ましいのは数マイクロメータより数十マイクロメータの範囲である。また、素子電極の厚さdについては、通常は数百オングストロームから数マイクロメータの範囲から適当な数値が選ばれる。

【0104】また、導電性薄膜1104の部分には微粒子膜を用いる。ここで述べた微粒子膜とは、構成要素として多数の微粒子を含んだ膜（島状の集合体も含む）のことをさす。この微粒子膜を微視的に調べれば、通常は、個々の微粒子が離間して配置された構造か、或は微粒子が互いに隣接した構造か、或は微粒子が互いに重なり合った構造が観測される。この微粒子膜に用いた微粒子の粒径は、数オングストロームから数千オングストロームの範囲に含まれるものであるが、なかでも好ましいのは10オングストロームから200オングストロームの範囲のものである。また、微粒子膜の膜厚は、以下に述べるような諸条件を考慮して適宜設定される。即ち、素子電極1102あるいは1103と電氣的に良好に接続するのには、以下に条件を述べた通電フォーミングが主

好に行うのに必要な条件、微粒子膜自身の電気抵抗を後述する適宜の値にするために必要な条件などである。具体的には、数オングストロームから数千オングストロームの範囲のなかで設定するが、なかでも好ましいのは10オングストロームから500オングストロームの間である。

【0105】また、微粒子膜を形成するのに用いられる材料としては、例えば、Pd, Pt, Ru, Ag, Au, Ti, In, Cu, Cr, Fe, Zn, Sn, Ta, W, Pbなどをはじめとする金属や、PdO, SnO<sub>2</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PbO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などをはじめとする酸化物や、HfB<sub>2</sub>, ZrB<sub>2</sub>, LaB<sub>6</sub>, CeB<sub>6</sub>, YB<sub>4</sub>, Gd<sub>2</sub>B<sub>4</sub>などをはじめとする硼化物や、TiC, ZrC, HfC, TaC, SiC, WCなどをはじめとする炭化物や、TiN, ZrN, HfNなどをはじめとする窒化物や、Si, Geなどをはじめとする半導体や、カーボンなどがあげられ、これらの中から適宜選択される。

【0106】以上述べたように、導電性薄膜1104を微粒子膜で形成したが、そのシート抵抗値については、10の3乗から10の7乗 [ $\Omega/\square$ ] の範囲に含まれるよう設定した。

【0107】なお、導電性薄膜1104と素子電極1102および1103とは、電気的に良好に接続されるのが望ましいため、互いの一部が重なりあうような構造をとっている。その重なり方は、図6の例においては、下から、基板1101、素子電極1102、1103、導電性薄膜1104の順序で積層したが、場合によっては下から基板、導電性薄膜、素子電極、の順序で積層してもさしつかえない。

【0108】また、電子放出部1105は、導電性薄膜1104の一部に形成された亀裂状の部分であり、電気的には周囲の導電性薄膜よりも高抵抗な性質を有している。この亀裂は、導電性薄膜1104に対して、後述する通電フォーミングの処理を行うことにより形成する。この亀裂内には、数オングストロームから数百オングストロームの粒径の微粒子を配置する場合がある。なお、実際の電子放出部の位置や形状を精密かつ正確に図示するのは困難なため、図6においては模式的に示した。

【0109】また、薄膜1113は、炭素もしくは炭素化合物よりなる薄膜で、電子放出部1105およびその近傍を被覆している。薄膜1113は、通電フォーミング処理後に、後述する通電活性化の処理を行うことにより形成する。

【0110】薄膜1113は、単結晶グラファイト、多結晶グラファイト、非晶質カーボンのいずれかか、もしくはその混合物であり、膜厚は500 [オングストローム] 以下とするが、300 [オングストローム] 以下とするのがさらに好ましい。

【0111】また、実際の薄膜1113の位置や形状を

精密に図示するのは困難なため、図6においては模式的に示した。また、平面図(a)においては、薄膜1113の一部を除去した素子を図示した。

【0112】以上、好ましい素子の基本構成を述べたが、実施の形態においては以下のような素子を用いた。

【0113】即ち、基板1101には青板ガラスを用い、素子電極1102と1103にはNi薄膜を用いた。素子電極の厚さdは1000 [オングストローム]、電極間隔Lは2 [ $\mu\text{m}$ ] とした。

【0114】微粒子膜の主要材料としてPdもしくはPdOを用い、微粒子膜の厚さは約100 [オングストローム]、幅Wは100 [ $\mu\text{m}$ ] とした。

【0115】次に、好適な平面型の表面伝導型放出素子の製造方法について説明する。図7(a)～(d)は、表面伝導型放出素子の製造工程を説明するための断面図で、各部材の表記は前記図6と同一である。

【0116】(1) まず、図7(a)に示すように、基板1101上に素子電極1102および1103を形成する。この素子電極1102、1103を形成するにあたっては、予め基板1101を洗剤、純水、有機溶剤を用いて十分に洗浄した後、素子電極の材料を堆積させる。この材料を堆積する方法としては、例えば、蒸着法やスパッタ法などの真空成膜技術を用ればよい。その後、堆積した電極材料をフォトリソグラフィ・エッチング技術を用いてパターニングし、図7(a)に示した一対の素子電極(1102と1103)を形成する。

【0117】(2) 次に、同図(b)に示すように、導電性薄膜1104を形成する。

【0118】この導電性薄膜を形成するにあたっては、まず図7(a)の基板に有機金属溶液を塗布して乾燥し、加熱焼成処理して微粒子膜を成膜した後、フォトリソグラフィ・エッチングにより所定の形状にパターニングする。ここで、有機金属溶液とは、導電性薄膜に用いる微粒子の材料を主要元素とする有機金属化合物の溶液である。具体的には、本実施の形態では主要元素としてPdを用いた。また、実施の形態では塗布方法として、ディッピング法を用いたが、それ以外のたとえばスピナー法やスプレー法を用いてもよい。

【0119】また、微粒子膜で作られる導電性薄膜の成膜方法としては、本実施の形態で用いた有機金属溶液の塗布による方法以外の、例えば真空蒸着法やスパッタ法、あるいは化学的気相堆積法などを用いる場合もある。

【0120】(3) 次に、同図(c)に示すように、フォーミング用電源1110から素子電極1102と1103の間に適宜の電圧を印加し、通電フォーミング処理を行って、電子放出部1105を形成する。この通電フォーミング処理とは、微粒子膜で作られた導電性薄膜1104(同図(b))に通電を行って、その一部を適宜に破壊・変形し、その変形部分に電子放出を行うのに



好適な構造に変化させる処理のことである。微粒子膜で作られた導電性薄膜のうち電子放出を行うのに好適な構造に変化した部分（即ち、電子放出部1105）においては、薄膜に適当な亀裂が形成されている。尚、この電子放出部1105が形成される前と比較すると、形成された後は、素子電極1102と1103の間で計測される電気抵抗は大幅に増加する。

【0121】このフォーミング時の通電方法をより詳しく説明するために、図8に、フォーミング用電源1110から印加する適宜の電圧波形の一例を示す。

【0122】微粒子膜で作られた導電性薄膜をフォーミングする場合には、パルス状の電圧が好ましく、本実施の形態の場合には、同図に示したようにパルス幅T1の三角波パルスをパルス間隔T2で連続的に印加した。その際には、三角波パルスの波高値Vpfを、順次昇圧した。また、電子放出部1105の形成状況をモニタするためのモニタパルスPmを適宜の間隔で三角波パルスの間に挿入し、その際に流れる電流を電流計1111で計測した。

【0123】本実施の形態においては、例えば10のマイナス5乗[torr]程度の真空雰囲気下において、例えばパルス幅T1を1[ミリ秒]、パルス間隔T2を10[ミリ秒]とし、波高値Vpfを1パルスごとに0.1[V]ずつ昇圧した。そして、三角波を5パルス印加するたびに1回の割りで、モニタパルスPmを挿入した。ここでフォーミング処理に悪影響を及ぼすことがないように、モニタパルスの電圧Vpmは0.1[V]に設定した。そして、素子電極1102と1103の間の電気抵抗が $1 \times 10^6$ 乗[オーム]になった段階、即ち、モニタパルス印加時に電流計1111で計測される電流が $1 \times 10^{-7}$ のマイナス7乗[A]以下になった段階で、フォーミング処理にかかわる通電を終了した。

【0124】尚、上記の方法は、本実施の形態の表面伝導型放出素子に関する好ましい方法であり、例えば微粒子膜の材料や膜厚、或は素子電極間隔Lなど表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて通電の条件を適宜変更するのが望ましい。

【0125】（4）次に、図7（d）に示すように、活性化用電源1112から素子電極1102と1103の間に適宜の電圧を印加し、通電活性化処理を行って、電子放出特性の改善を行う。この通電活性化処理とは、前記通電フォーミング処理により形成された電子放出部1105（同図（c））に適宜の条件で通電を行って、その近傍に炭素もしくは炭素化合物を堆積せしめる処理のことである。（図7（d）（e）においては、炭素もしくは炭素化合物よりなる堆積物を部材1113として模式的に示した。）なお、通電活性化処理を行うことにより、行う前と比較して、同じ印加電圧における放出電流を典型的には100倍以上に増加させることができる。

【0126】具体的に、10のマイナス7乗乃至10

のマイナス5乗[torr]の範囲内の真空雰囲気中で、電圧パルスを定期的に印加することにより、真空雰囲気中に存在する有機化合物を起源とする炭素もしくは炭素化合物を堆積させる。堆積物1113は、単結晶グラファイト、多結晶グラファイト、非晶質カーボンのいずれか、もしくはその混合物であり、膜厚は500[オングストローム]以下、より好ましくは300[オングストローム]以下である。

【0127】この通電活性化における通電方法をより詳しく説明するために、図9（a）に、活性化用電源1112から印加する適宜の電圧波形の一例を示す。本実施の形態においては、一定電圧の矩形波を定期的に印加して通電活性化処理を行ったが、具体的には、矩形波の電圧Vacは14[V]、パルス幅T3は1[ミリ秒]、パルス間隔T4は10[ミリ秒]とした。尚、上述の通電条件は、本実施の形態の表面伝導型放出素子に関する好ましい条件であり、表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて条件を適宜変更するのが望ましい。

【0128】図7（d）に示す1114は該表面伝導型放出素子から放出される放出電流Ieを捕捉するためのアノード電極で、直流高電圧電源1115および電流計1116が接続されている。尚、基板1101を表示パネル1の中に組み込んでから活性化処理を行う場合には、表示パネル1の蛍光面をアノード電極1114として用いる。そして活性化用電源1112から電圧を印加する間、電流計1116で放出電流Ieを計測して通電活性化処理の進行状況をモニタし、活性化用電源1112の動作を制御する。電流計1116で計測された放出電流Ieの一例を図9（b）に示す。

【0129】こうして活性化電源1112からパルス電圧を印加しはじめると、時間の経過とともに放出電流Ieは増加するが、やがて飽和してほとんど増加しなくなる。このように、放出電流Ieがほぼ飽和した時点で活性化用電源1112からの電圧印加を停止し、通電活性化処理を終了する。

【0130】なお、上述の通電条件は、本実施の形態の表面伝導型放出素子に関する好ましい条件であり、表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて条件を適宜変更するのが望ましい。

【0131】以上のようにして、図7（e）に示す平面型の表面伝導型放出素子を製造した。

【0132】（垂直型の表面伝導型放出素子）次に、電子放出部もしくはその周辺を微粒子膜から形成した表面伝導型放出素子のもうひとつの代表的な構成、すなわち垂直型の表面伝導型放出素子の構成について説明する。

【0133】図10は、垂直型の基本構成を説明するための模式的な断面図である。

【0134】図において、1201は基板、1202と1203は素子電極、1204は段差形成部材、1205

4は微粒子膜を用いた導電性薄膜、1205は通電フォーミング処理により形成した電子放出部、1213は通電活性化処理により形成した薄膜である。

【0135】この垂直型の表面伝導型放出素子が先に説明した平面型の電子放出素子と異なる点は、素子電極のうちの片方(1202)が段差形成部材1206上に設けられており、導電性薄膜1204が段差形成部材1206の側面を被覆している点にある。従って、図6の平面型素子における素子電極間隔Lは、垂直型においては、段差形成部材1206の段差高Lsとして設定される。尚、基板1201、素子電極1202および1203、微粒子膜を用いた導電性薄膜1204、については、前記平面型の説明中に列挙した材料を同様に用いることが可能である。また、段差形成部材1206には、たとえばSiO<sub>2</sub>のような電氣的に絶縁性の材料を用いる。

【0136】次に、垂直型の表面伝導型放出素子の製法について説明する。図11(a)～(f)は、製造工程を説明するための断面図で、各部材の表記は前述の図10と同一である。

【0137】(1)まず、図11(a)に示すように、基板1201上に素子電極1203を形成する。

【0138】(2)次に、同図(b)に示すように、段差形成部材を形成するための絶縁層を積層する。絶縁層は、例えばSiO<sub>2</sub>をスパッタ法で積層すればよいが、例えば、真空蒸着法や印刷法などの他の成膜方法を用いてもよい。

【0139】(3)次に、同図(c)に示すように、絶縁層1206の上に素子電極1202を形成する。

【0140】(4)次に、同図(d)に示すように、絶縁層1206(同図(c))の一部を、例えばエッチング法を用いて除去し、素子電極1203を露出させる。

【0141】(5)次に、同図(e)に示すように、微粒子膜を用いた導電性薄膜1204を形成する。形成するには、前記平面型の場合と同じく、例えば塗布法などの成膜技術を用いればよい。

【0142】(6)次に、前述の平面型の場合と同じく、通電フォーミング処理を行い、電子放出部を形成する(図7(c)を用いて説明した平面型の通電フォーミング処理と同様の処理を行えばよい)。

【0143】(7)次に、前記平面型の場合と同じく、通電活性化処理を行い、電子放出部近傍に炭素もしくは炭素化合物を堆積させる(図7(d)を用いて説明した平面型の通電活性化処理と同様の処理を行えばよい)。

【0144】以上のようにして、図11(f)に示す垂直型の表面伝導型放出素子を製造した。

【0145】(表示装置に用いた表面伝導型放出素子の特性)以上、平面型と垂直型の表面伝導型放出素子について、その素子構成と製法を説明したが、次に表示装置に用いた素子の特性について述べる。

【0146】図12は、本実施の形態の表示装置に用いた素子の、(放出電流I<sub>e</sub>)対(素子印加電圧V<sub>f</sub>)特性、及び(素子電流I<sub>f</sub>)対(素子印加電圧V<sub>f</sub>)特性の典型的な例を示す。尚、放出電流I<sub>e</sub>は素子電流I<sub>f</sub>に比べて著しく小さく、同一尺度で図示するのが困難であるうえ、これらの特性は素子の大きさや形状等の設計パラメータを変更することにより変化するものであるため、2本のグラフは各々任意の単位で図示した。

【0147】この表示装置に用いた表面伝導型放出素子は、放出電流I<sub>e</sub>に関して以下に述べる3つの特性を有している。

【0148】第1に、ある電圧(これを閾値電圧V<sub>th</sub>と呼ぶ)以上の大きさの電圧を素子に印加すると急激に放出電流I<sub>e</sub>が増加するが、一方、閾値電圧V<sub>th</sub>未満の電圧では放出電流I<sub>e</sub>はほとんど検出されない。即ち、放出電流I<sub>e</sub>に関して、明確な閾値電圧V<sub>th</sub>を持った非線形素子である。

【0149】第2に、放出電流I<sub>e</sub>は素子に印加する電圧V<sub>f</sub>に依存して変化するため、電圧V<sub>f</sub>で放出電流I<sub>e</sub>の大きさを制御できる。

【0150】第3に、表面伝導型放出素子に印加する電圧V<sub>f</sub>に対して素子から放出される電流I<sub>e</sub>の応答速度が速いため、電圧V<sub>f</sub>を印加する時間の長さによって素子から放出される電子の電荷量を制御できる。

【0151】以上のような特性を有するため、表面伝導型放出素子を表示装置に好適に用いることができた。例えば、多数の素子を表示画面の画素に対応して設けた表示装置において、第1の特性を利用すれば、表示画面を順次走査して表示を行うことが可能である。即ち、駆動中の素子には所望の発光輝度に応じて閾値電圧V<sub>th</sub>以上の電圧を適宜印加し、非選択状態の素子には閾値電圧V<sub>th</sub>未満の電圧を印加する。そして駆動する素子を順次切り替えてゆくことにより、表示画面を順次走査して表示を行うことが可能である。

【0152】また、第2の特性か、又は第3の特性を利用することにより、発光輝度を制御することができるため、階調表示を行うことが可能である。

【0153】図13は、NTSC方式のテレビ信号に基づいてテレビジョン表示を行う為の駆動回路の概略構成をブロック図で示したものである。同図中、表示パネル1701は前述した表示パネルに相当するもので、前述した様に製造され、動作する。また、走査回路1702は表示ラインを走査し、制御回路1703は走査回路へ入力する信号等を生成する。シフトレジスタ1704は1ライン毎のデータをシフトし、ラインメモリ1705は、シフトレジスタ1704からの1ライン分のデータを変調信号発生器1707に入力する。同期信号分離回路1706はNTSC信号から同期信号を分離する。

【0154】以下、図13の装置各部の機能を詳しく説明する。

【0155】まず表示パネル1701は、端子Dx1ないしDxmおよび端子Dy1ないしDyN、および高圧端子Hvを介して外部の電気回路と接続されている。このうち、端子Dx1ないしDxmには、表示パネル1701内に設けられているマルチ電子源、すなわちM行N列の行列状にマトリクス配線された冷陰極素子を1行（n素子）ずつ順次駆動してゆくための走査信号が印加される。一方、端子Dy1ないしDyNには、前記走査信号により選択された1行分のn個の各素子からの放出電子ビームを制御するための変調信号が印加される。また、高圧端子Hvには、直流電圧源Vaより、たとえば5[kV]の直流電圧が供給されるが、これはマルチ電子源より出力される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与するための加速電圧である。

【0156】次に、走査回路1702について説明する。同回路は、内部にM個のスイッチング素子（図中、S1ないしSMで模式的に示されている）を備えるもので、各スイッチング素子は、直流電圧源Vxの出力電圧もしくは0[V]（グランドレベル）のいずれか一方を選択し、表示パネル1701の端子Dx1ないしDxmと電気的に接続するものである。S1ないしSMの各スイッチング素子は、制御回路1703が出力する制御信号TSCANに基づいて動作するものだが、実際にはたとえばFETのようなスイッチング素子を組合わせる事により容易に構成することが可能である。なお、前記直流電圧源Vxは、図12に例示した冷陰極素子の特性に基づき走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧Vth電圧以下となるよう、一定電圧を出力するよう設定されている。

【0157】また、制御回路1703は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行なわれるように各部の動作を整合させる働きをもつものである。次に説明する同期信号分離回路1706より送られる同期信号TSYNCに基づいて、各部に対してTSCANおよびTSFTおよびTMRYの各制御信号を発生する。同期信号分離回路1706は、外部から入力されるNTSC方式のテレビ信号から、同期信号成分と輝度信号成分とを分離するための回路で、良く知られているように周波数分離（フィルタ）回路を用いれば容易に構成できるものである。同期信号分離回路1706により分離された同期信号は、良く知られるように垂直同期信号と水平同期信号より成るが、ここでは説明の便宜上、TSYNC信号として図示した。一方、前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分を便宜上DATA信号と表すが、同信号はシフトレジスタ1704に入力される。

【0158】シフトレジスタ1704は、時系列的にシリアルに入力される前記DATA信号を、画像の1ライン毎にシリアル／パラレル変換する為のもので、前記制御回路1703より送られる制御信号TSFTに基づいて動作する。すなわち、制御信号TSFTがシフトレジスタ1

704のシフトクロックであると言い換えることもできる。シリアル／パラレル変換された画像1ライン分（電子放出素子n素子分の駆動データに相当する）のデータは、D1ないしDNのN個の信号としてシフトレジスタ1704より出力される。

【0159】ラインメモリ1705は、画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶する為の記憶装置であり、制御回路1703より送られる制御信号TMRYにしたがって適宜D1ないしDNの内容を記憶する。記憶された内容は、D1ないしDNとして出力され、変調信号発生器1707に入力される。

【0160】変調信号発生器1707は、前記画像データD1ないしDNの各々に応じて、冷陰極素子の各々を適切に駆動変調する為の信号源で、その出力信号は、端子Dy1ないしDyNを通じて表示パネル1701内の冷陰極素子に印加される。

【0161】図12を用いて説明したように、本実施の形態に係わる表面伝導型放出素子は放出電流Ieに対して以下の基本特性を有している。すなわち、電子放出には明確な閾値電圧Vth（後述する実施の形態の表面伝導型放出素子では8[V]）があり、閾値Vth以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。また、電子放出閾値Vth以上の電圧に対しては、図12のグラフのように、電圧の変化に応じて放出電流Ieも変化する。このことから、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、たとえば電子放出閾値Vth以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出閾値Vth以上の電圧を印加する場合には表面伝導型放出素子から電子ビームが出力される。その際、パルスの波高値Vmを変化させることにより出力電子ビームの強度を制御することが可能である。また、パルスの幅Pwを変化させることにより出力される電子ビームの電荷の総量を制御することが可能である。

【0162】従って、入力信号に応じて、冷陰極素子を変調する方式としては、電圧変調方式、パルス幅変調方式等が採用できる。電圧変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器1707として、一定長さの電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いることができる。また、パルス幅変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器1707として、一定の波高値の電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いることができる。

【0163】シフトレジスタ1704やラインメモリ1705は、デジタル信号式のものでもアナログ信号式のものでも採用できる。すなわち、画像信号のシリアル／パラレル変換や記憶が所定の速度で行われればよいからである。

【0164】デジタル信号式を用いる場合には、同期信

号分離回路1706の出力信号DATAをデジタル信号化する必要があるが、これには同期信号分離回路1706の出力部にA/D変換器を設ければよい。これに関してラインメモリ1705の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器に用いられる回路が若干異なった物となる。すなわち、デジタル信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器1707には、例えばD/A変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付加する。パルス幅変調方式の場合、変調信号発生器1707には、例えば高速の発振器および発振器の出力する波数を計数する計数器（カウンタ）および計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器（コンパレータ9を組み合わせた回路を用いる。必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付与することもできる。

【0165】アナログ信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器1707には、例えばオペアンプなどを用いた増幅回路を採用でき、必要に応じてシフトレベル回路などを付加することもできる。パルス幅変調方式の場合には、例えば、電圧制御型発信回路（VCO）を採用でき、必要に応じて冷陰極素子の駆動電圧まで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0166】このような構成をとる本実施の形態の画像表示装置においては、各冷陰極素子に、容器外端子Dx1乃至Dxm、Dy1乃至DyNを介して電圧を印加することにより、電子放出が生じる。高圧端子Hvを介してメタルバック1019あるいは透明電極（不図示）に高圧を印加し、電子ビームを加速する。加速された電子は蛍光膜1018に衝突し、発光が生じて画像が形成される。

【0167】ここで述べた画像表示装置の構成は、本発明を適用可能な画像形成装置の一例であり、本発明の思想に基づいて種々の変形が可能である。入力信号についてはNTSC方式を挙げたが、入力信号はこれに限るものではなく、PAL、SECAM方式など他、これらより多数の走査線からなるTV信号（MUSE方式をはじめとする高品位TV）方式をも採用できる。

【0168】以下に、実施の形態を挙げて本発明をさらに説明する。

【0169】以下に述べる各実施の形態においては、マルチ電子源として、前述した、電極間の導電性微粒子膜に電子放出部を有するタイプのN×M個（N=3072、M=1024）の表面伝導型放出素子を、M本の行方向配線とN本の列方向配線とによりマトリクス配線（図1及び図4参照）を用いた。

【0170】本実施の形態では、前述した図1及び図2に示した表示パネルを作製した。

【0171】まず、予め基板上に行方向配線1013、列方向配線1014、電極間配線（不図示）を形成

伝導型放出素子1012の素子電極と導電性薄膜を形成した基板1011を、リアプレート1015にセラミック系の耐熱性接着剤を用いて固定した。

【0172】次に、基板1011の行方向配線1013（線幅300[μm]）上に、等間隔で行方向配線1013と平行に、表面を金コーティングした導電性微粒子（導電性のフィラー）あるいは金属等の導電材を混合した導電性フリットガラスからなる接合材1040（線幅250μm）を塗布した。

【0173】次に、ソーダライムガラスからなる絶縁性部材1の表面のうち、気密容器内に露出する4面に後述の高抵抗膜11を成膜し、当接面3及び側面部5に低抵抗膜21及び22を成膜したスペーサ1020（高さ5[mm]、板厚200[μm]、長さ20[mm]）を、基板1011の行方向配線1013（線幅300[μm]）上に等間隔で行方向配線1013と平行に接合材1040を介して配置し、大気中で400℃乃至500℃で10分以上焼成することで、接着しかつ電気的な接続も行った。

【0174】スペーサ1020の高抵抗膜11として、Cr及びAlのターゲットを高周波数電源で同時スパッタすることにより形成したCr-Al合金窒化膜（200nm厚、約10の9乗[Ω/□]）を用い、低抵抗膜21としてAl膜（100nm厚）を用いた。

【0175】その後、基板1011の5mm上方に、列方向（Y方向）に延びるストライプ形状の各色蛍光体からなる蛍光膜1018とメタルバック1019が内面に付設されたフェースプレート1017を側壁1016を介し配置し、リアプレート1015と側壁1016の接合部、及びフェースプレート1017と側壁1016の接合部は、フリットガラス（不図示）を塗布し、大気中で400℃乃至500℃で10分以上焼成することで封着した。

【0176】以上のようにして完成した気密容器内を排気管（不図示）を通じ真空ポンプにて排気し、十分な真空度に達した後、容器外端子Dx1～DxmとDy1～DyNを通じ、行方向配線電極1013及び列方向配線1014を介して、各素子に給電して前述の通電フォーミング処理と通電活性化処理を行うことによりマルチ電子源を製造した。

【0177】次に、10のマイナス6乗[torr]程度の真空度で、不図示の排気管をガスバーナで熱することで溶着し外囲器（気密容器）の封止を行った。

【0178】最後に、封止後の真空度を維持するために、ゲッター処理を行った。

【0179】以上のように完成した、図1及び図2に示されるような表示パネルを用いた画像表示装置において、各冷陰極素子（表面伝導型放出素子）1012には、容器外端子Dx1～Dxm、Dy1～DyNを通じ、走査信号及び変調信号など図示の信号発生手段より与えら

れ印加することにより電子を放出させ、メタルバック 1019 には、高圧端子 H v を通じて高圧を印加することにより放出電子ビームを加速し、蛍光膜 1018 に電子を衝突させ、各色蛍光体を励起・発光させることで画像を表示した。なお、高圧端子 H v への印加電圧 V a は 3 [kV] ないし 10 [kV]、各配線 1013, 1014 間への印加電圧 V f は 14 [V] とした。このとき、スペーサ 1020 に近い位置にある冷陰極素子 1012 からの放出電子による発光スポットも含め、2 次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性の良いカラー画像表示ができた。このことは、スペーサ 1020 を設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0180】なお、本実施の形態のマルチ電子源は、並列に配置した複数の冷陰極素子の個々を両端で接続した冷陰極素子の行を複数配し（行方向と呼ぶ）、この配線と直交する方向（列方向と呼ぶ）に沿って、冷陰極素子の上方に配した制御電極（グリッドとも呼ぶ）により、冷陰極素子からの電子を制御するはしご状に配置された電子源であってもよい。

【0181】また、本実施の形態の表示パネルの用途としては、表示用として好適な画像形成装置に限るものでなく、感光性ドラムと発光ダイオード等で構成された光プリンタの発光ダイオード等の代替の発光源としても用いることもできる。

【0182】またこの際、上述の M 本の行方向配線と N 本の列方向配線の各数を適宜選択することにより、ライン状の発光源としてだけでなく、2 次元状の発光源としても応用できる。この場合、画像形成部材としては、以下の実施の形態で用いる蛍光体のような直接発光する物質に限るものではなく、電子の帯電による潜像画像が形成されるような部材を用いることもできる。

【0183】なお、本発明は、複数の機器（例えばホストコンピュータ、インタフェイス機器、リーダ、プリンタなど）から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置（例えば、複写機、ファクシミリ装置など）に適用してもよい。

【0184】また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（または CPU や MPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても達成される。

【0185】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、輝

度むらや色ずれのない鮮明で色再現性のよい画像形成装置を提供できるという効果がある。

【0186】また、画像形成装置の組み立てに際して、該装置内でのスペーサの位置合わせを簡略化することができる。

【0187】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態である画像表示装置の表示パネルの一部を切り欠いて示した斜視図である。

【図2】本発明の実施の形態である表示パネル（図1）の A-A' 断面図である。

【図3】本実施の形態の表示パネルの、フェースプレートのストライプ状蛍光体配列を例示した平面図（a）及びストライプ状蛍光体とスペーサとの配置関係を示した図（b）である。

【図4】実施の形態で用いたマルチ電子源の基板の一部平面図である。

【図5】実施の形態で用いたマルチ電子源の基板の一部断面図である。

【図6】実施の形態で用いた平面型の表面伝導型放出素子の平面図（a）、断面図（b）である。

【図7】平面型の表面伝導型放出素子の製造工程を示す断面図である。

【図8】通電フォーミング処理の際の印加電圧波形を示す図である。

【図9】通電活性化処理の際の印加電圧波形（a）、放出電流  $I_e$  の変化（b）を示す図である。

【図10】本実施の形態で用いた垂直型の表面伝導型放出素子の断面図である。

【図11】垂直型の表面伝導型放出素子の製造工程を示す断面図である。

【図12】実施の形態で用いた表面伝導型放出素子の典型的な特性を示すグラフ図である。

【図13】本発明の実施の形態である画像表示装置の駆動回路の概略構成を示すブロック図である。

【図14】本実施の形態の表示パネルの組立て点順の一例を示す図である。

【図15】従来知られた表面伝導型放出素子の一例を示す図である。

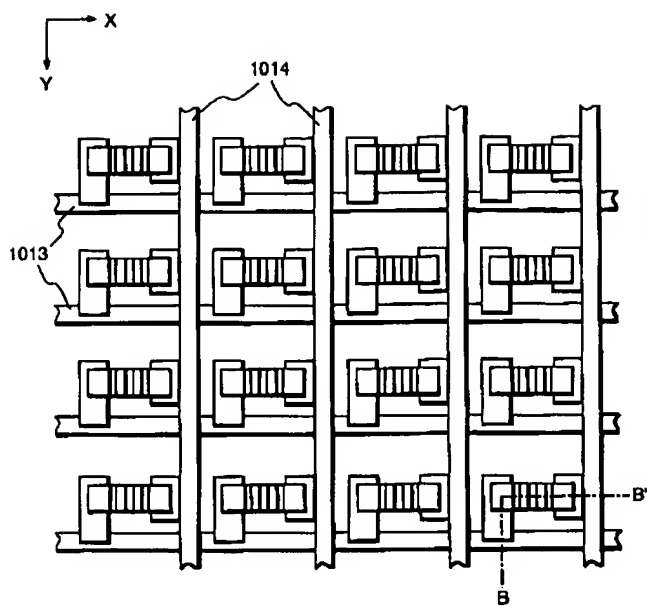
【図16】従来知られた F E 型素子の一例を示す図である。

【図17】従来知られた M I N 型素子の一例を示す図である。

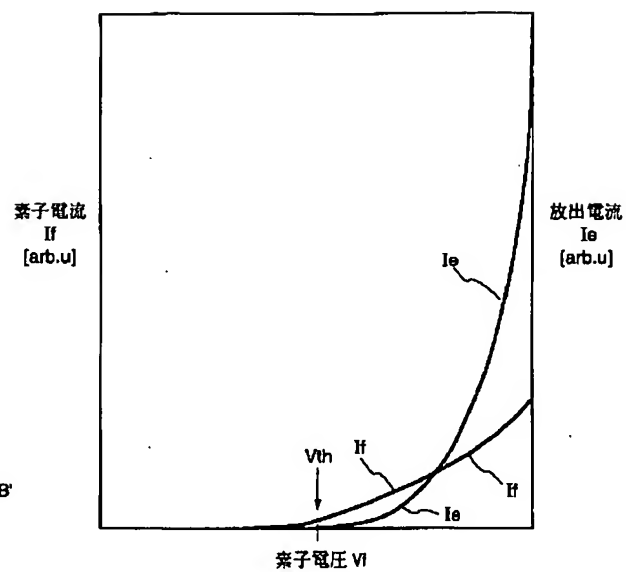
【図18】画像表示装置の表示パネルの一部を切り欠いて示した斜視図を示す図である。



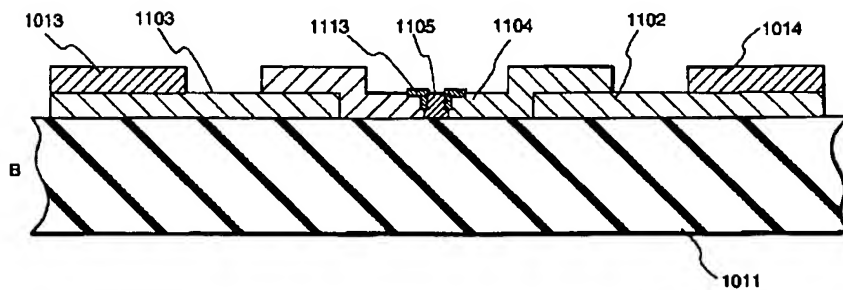
【図4】



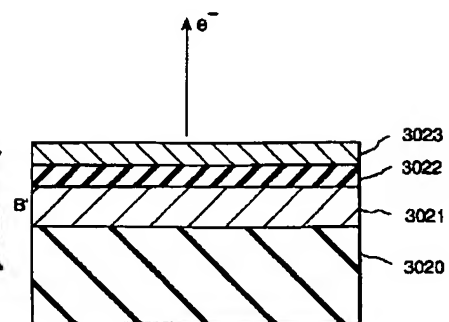
【図12】



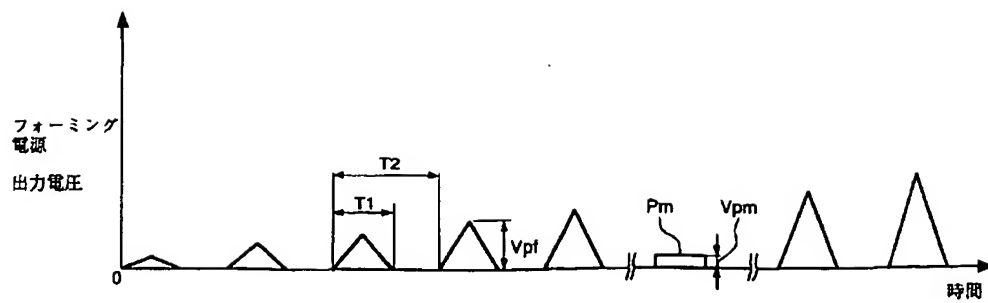
【図5】



【図17】

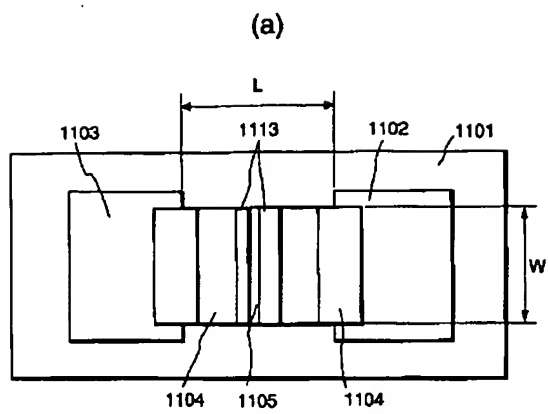


【図8】

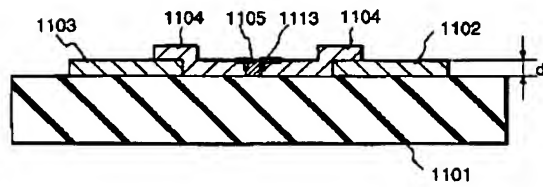




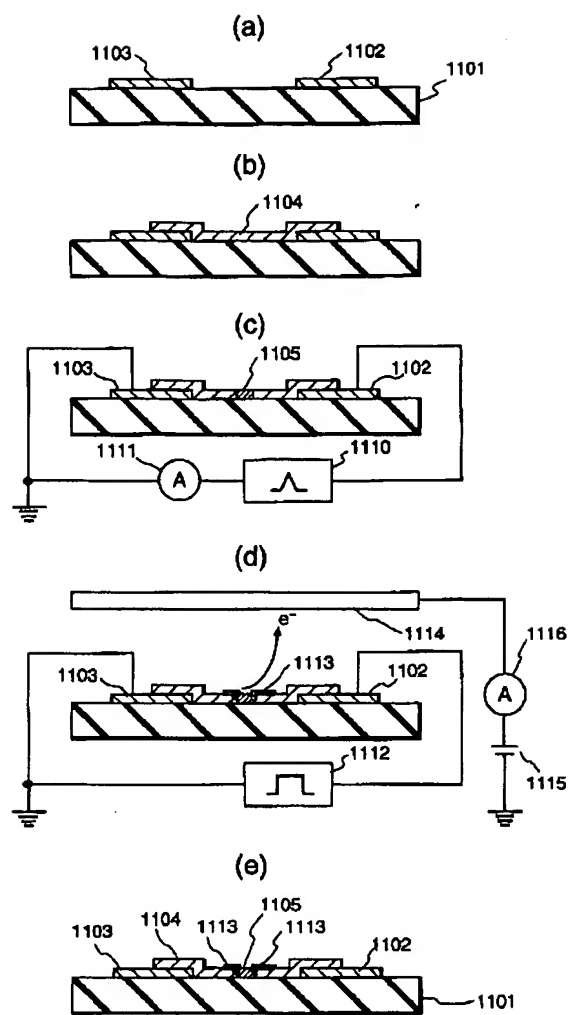
【図 6】



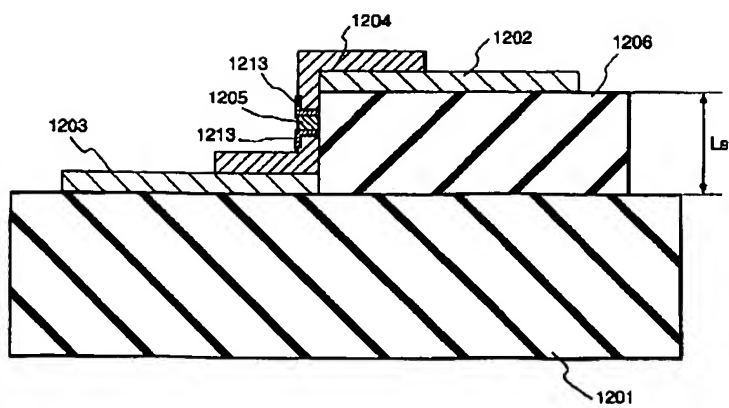
(b)



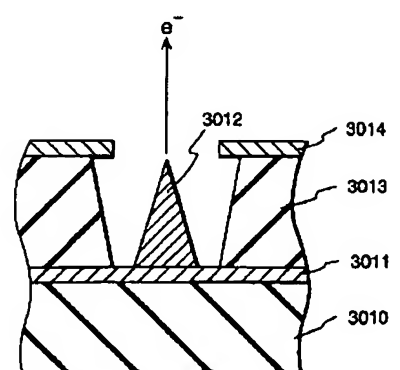
【図 7】



【図 10】

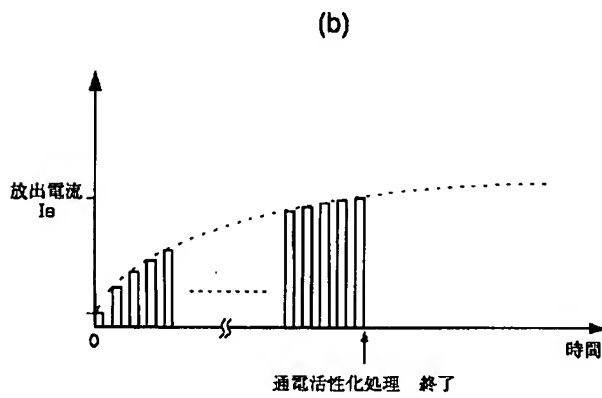
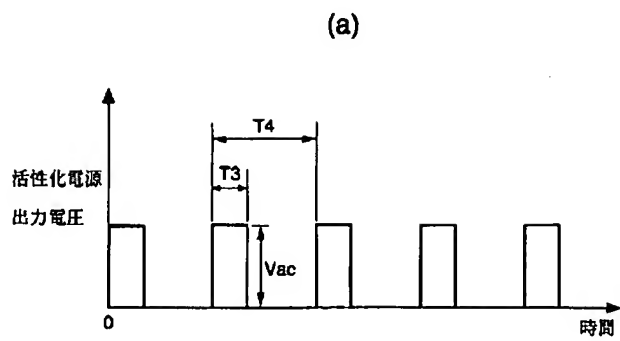


【図 16】

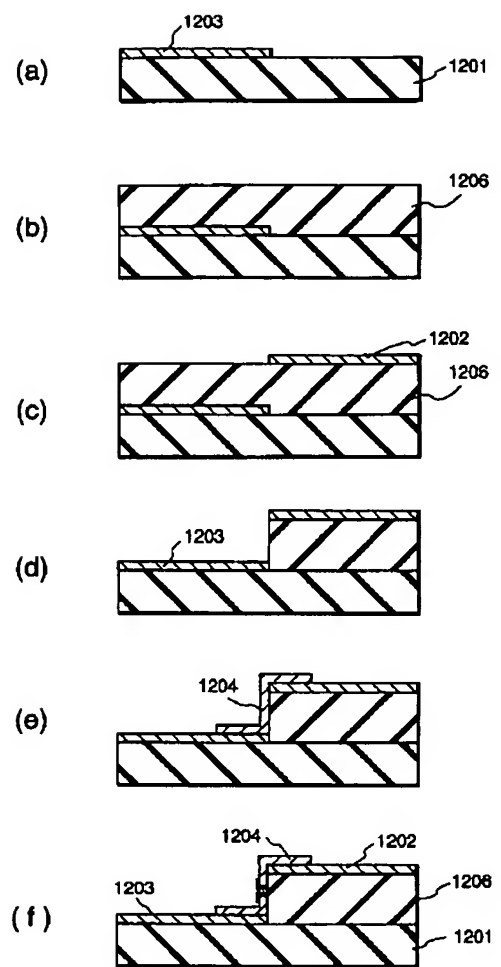




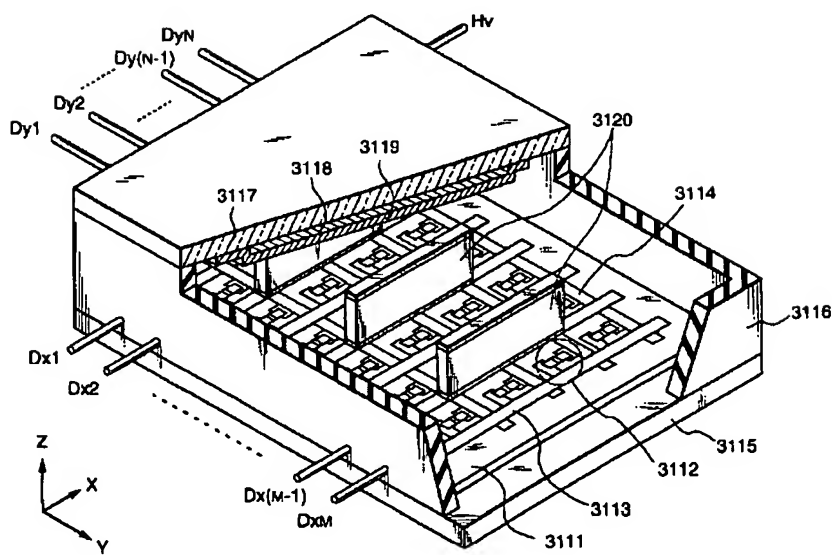
【図9】



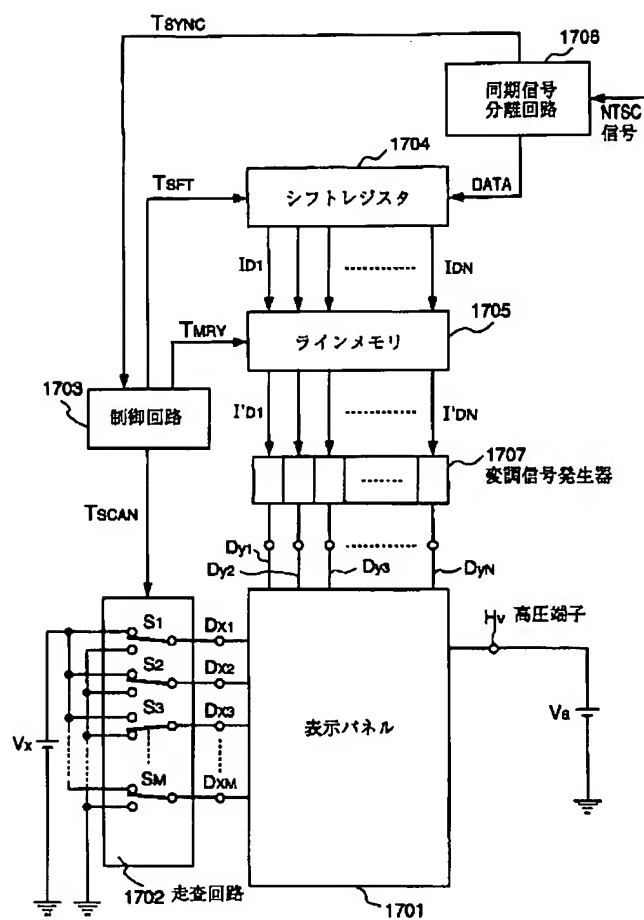
【図11】



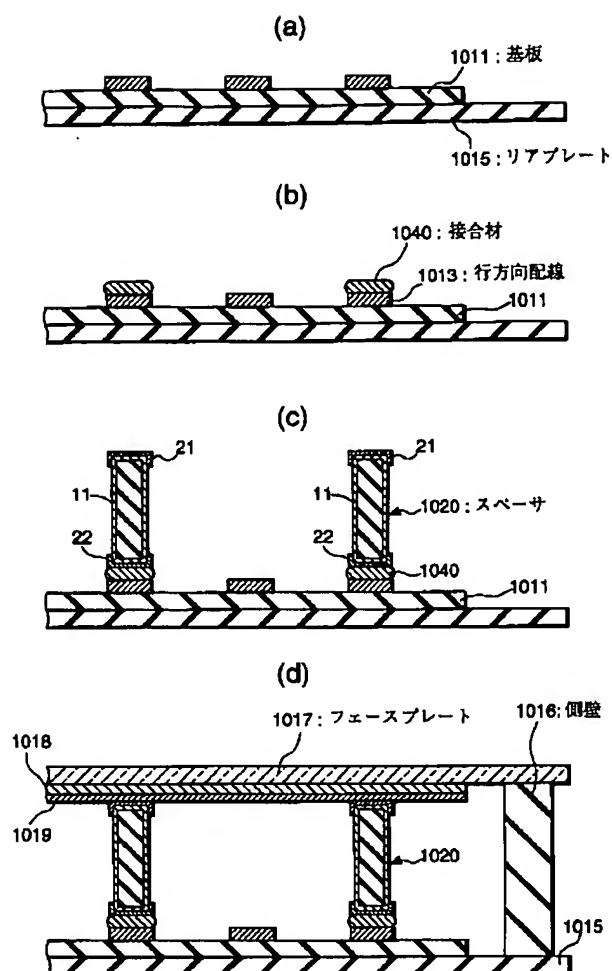
【図18】



【図13】



【図14】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**